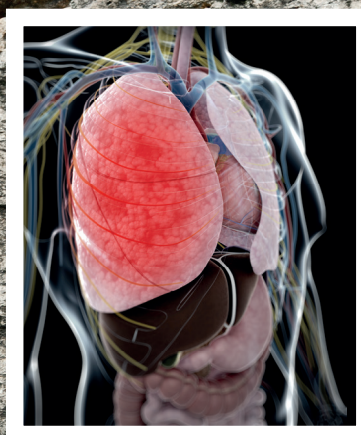
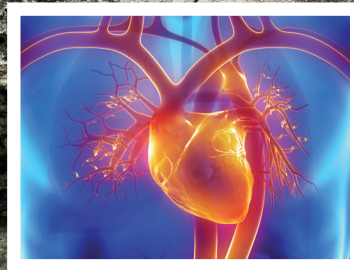




ANATOMIA & FISIOLOGIA HUMANA

UMA ABORDAGEM VISUAL

com MyHealthLab

Frederic H. Martini
William C. Ober
Edwin F. Bartholomew
Judi L. Nath

ALWAYS LEARNING

PEARSON

ANATOMIA & FISIOLOGIA HUMANA

UMA ABORDAGEM VISUAL

com MyHealthLab

Pearson Education

EMPRESA CIDADÃ

ANATOMIA & FISIOLOGIA HUMANA

UMA ABORDAGEM VISUAL

com MyHealthLab

Frederic H. Martini
William C. Ober
Edwin F. Bartholomew
Judi L. Nath

Claire W. Garrison
Ilustradora médica e científica

Kathleen Welch
Consultora clínica

Revisão técnica

Mirna Duarte Barros
Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Genética) pela Universidade de São Paulo. Professora Adjunta do Departamento de Morfologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Bianca Maria Liquidato
Doutora em Otorrinolaringologia pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Professora Assistente do Departamento de Morfologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Daniella Franco Curcio
Doutora em Ciências pelo Departamento de Morfologia e Genética da Universidade Federal de São Paulo (EPM). Professora Assistente do Departamento de Morfologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Tradução

Luiz Cláudio Queiroz
Maria Silene de Oliveira

PEARSON

abdr ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIREITOS REPROGRÁFICOS
Respeite o direito autoral

@2014 Pearson Education do Brasil

@ 2013 by Frederic H. Martini, Inc., Judi L. Nath, LLC, e Edwin F. Bartholomew, Inc. Published by Pearson Education, Inc.
Tradução autorizada a partir da edição original em inglês, *Visual essentials of anatomy & physiology*, 1ª edição, publicada pela Pearson Education, Inc.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Pearson Education do Brasil.

Diretora editorial	Kelly Tavares
Supervisora de produção editorial	Silvana Afonso
Coordenadora de desenvolvimento	Danielle Sales
Coordenadora de produção gráfica	Tatiane Romano
Editor de aquisições	Vinícius Souza
Editora de desenvolvimento	Cibele Cesario
Preparação	Gisele Gonçalves, Esther Alcântara e Mariana Albertini
Revisão	Carla de Cássia Carmargo e Lígia Nakayama
Índice remissivo	Silvana Gouvea
Redação "Caminhos profissionais"	Danilo Albuquerque Rodrigues
Capa	Alberto Corrêa
Projeto gráfico e diagramação	Luargraf

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Anatomia e fisiologia humana / Frederic Martini...[et al.] ; tradução Maria Silene de Oliveira e Luiz Cláudio Queiroz; revisão técnica Bianca Maria Liquidato, Mirna Duarte Barros e Daniella Franco Curcio. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

Outros autores: William C. Ober, Edwin F. Bartholomew, Judi L. Nath
Título original: *Visual essentials of anatomy & physiology*
Bibliografia.
ISBN 978-85-430-0113-5

1. Anatomia humana 2. Fisiologia humana I. Martini, Frederic. II. Ober, William C. III. Bartholomew, Edwin F. IV. Nath, Judi L.

CDD-612
14-00290 NLM-QT 104

Índice para catálogo sistemático:
1. Anatomia e fisiologia humana: Ciências médicas 612

2015
Direitos exclusivos para a língua portuguesa cedidos à
Pearson Education do Brasil Ltda.,
uma empresa do grupo Pearson Education
Rua Nelson Francisco, 26
CEP 02712-100 – São Paulo – SP – Brasil
Fone: 11 2178-8686 – Fax: 11 2178-8688
vendas@pearson.com

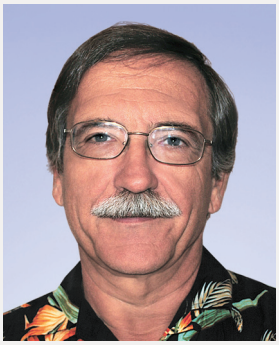
Ao meu filho, PK, por me convencer que era hora de olhar para o ensino e a aprendizagem de novas maneiras, aos alunos de anatomia e fisiologia e a todos os profissionais que ajudaram a moldar o texto final.
Ric Martini

Aos meus filhos, Todd e Carl, em que o calor e o humor enriquecem minha vida de inúmeras maneiras.
Bill Ober

Às minhas filhas, Ivy e Kate, que fazem de mim um pai feliz e um avô mais feliz ainda.
Ed Bartholomew

Ao meu marido Mike, por tudo.
Judi Nath

Sobre os autores e colaboradores



Frederic (Ric) H. Martini
Autor

Pelo trabalho que realizou sobre a fisiopatologia do estresse, Dr. Martini recebeu seu título de Ph.D em Anatomia Comparativa e Funcional pela Universidade de Cornell. Além de publicações, que incluem artigos em jornais, contribuições em capítulos, relatórios técnicos e artigos de revistas, é autor de nove textos de graduação em anatomia e fisiologia. Atualmente, Martini faz parte do corpo docente da Universidade do Havaí, em Manoa, com vínculo com o Laboratório Marinho Shoals, *joint venture* entre a Universidade de Cornell e a Universidade de New Hampshire. Há 18 anos, é membro ativo da Sociedade de Fisiologia e Anatomia Humana (HAPS) e ex-membro do comitê que estabeleceu as diretrizes curriculares para o curso de anatomia e fisiologia. Presidente emérito da HAPS, depois de atuar como presidente. É também membro da Sociedade de Fisiologia Americana, da Associação Americana de Anatomistas, da Sociedade para Biologia Integrativa e Comparativa, da Associação Austrália/Nova Zelândia de Anatomistas Clínicos, da Academia de Ciência do Havaí, da Associação Americana para o Avanço da Ciência e da Sociedade Internacional de Morfologistas de Vertebrados.

William C. Ober
Autor

Dr. Ober é graduado na Universidade de Washington e Lee e mestre pela Universidade da Virgínia. Estudou no Departamento de Artes Aplicadas à Medicina, na Universidade John Hopkins. Fez residência em Medicina Familiar. Docente da Universidade da Virgínia, nos departamentos de Medicina Familiar e Medicina Esportiva. Atuou como chefe de Medicina do Martha Jefferson Hospital, na cidade de Charlottesville. Atualmente, é professor visitante de Biologia na Universidade de Washington e Lee, onde lecionou vários cursos e liderou viagens dos estudantes para as Ilhas Galápagos. Também fez parte do núcleo da faculdade no Laboratório Marinho Shoals, onde lecionava Ilustração Biológica. Colaborou com o Dr. Martini em todos os seus livros.

Edwin F. Bartholomew
Autor

Edwin F. Bartholomew é graduado pela Bowling Green State University, em Ohio, e mestre em Ciências pela Universidade do Havaí. Atuou na Maui Community College e no histórico Lahainaluna High School, o mais antigo colégio a oeste das Montanhas Rochosas, onde lecionou anatomia e fisiologia humana, tanto no nível secundário quanto para alunos de graduação, além de uma grande variedade de outros cursos de ciências (da botânica à zoologia). Coautor, com Martini, de *Fundamentos da anatomia e fisiologia* (*Essentials of anatomy & physiology*), *Estrutura e função do corpo humano* (*Structure and function of the human body*) e *O corpo humano na saúde e na doença* (*The human body in health and disease*), todos publicados pela Pearson. Membro da Sociedade de Anatomia e Fisiologia Humana (HAPS), da Associação Nacional de Professores de Biologia, da Associação Nacional de Professores de Ciências, da Associação dos Professores de Ciências do Havaí e da Associação Americana para o Avanço da Ciência.

Judi L. Nath
Autora

Dra. Nath é professora de Biologia na Lourdes University (Ohio), onde leciona anatomia e fisiologia, fisiopatologia, terminologia médica e farmacologia. Bacharel em Ciências e mestre em Educação, com especialização em Biologia e Alemão pela Bowling Green State University. Obteve seu grau de Ph.D com uma pesquisa focada em imunologia pela Universidade de Toledo. Pelo fato de os alunos encararem o vocabulário da ciência da saúde como uma língua estrangeira, Dra. Nath utiliza técnicas aplicadas à aprendizagem de uma língua estrangeira como um de seus métodos de ensino. É a única autora da publicação *Usando uma terminologia médica* (*Using medical terminology)*, primeiro livro de cuidados de saúde a usar uma abordagem de "imersão total na língua estrangeira". Recebeu um prêmio de excelência do corpo docente, em reconhecimento ao seu método eficaz de ensino, por seu grau de conhecimento e por inúmeros serviços prestados à comunidade. Membra da Sociedade de Fisiologia e Anatomia Humana (HAPS), onde atuou durante vários semestres no conselho de administração.

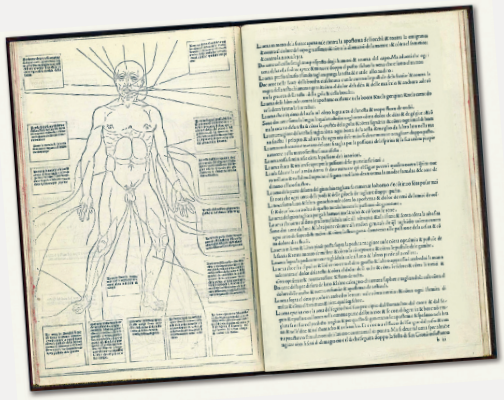
Claire W. Garrison
Ilustradora colaboradora

Claire W. Garrison, enfermeira e bacharel em Artes, atuava como enfermeira pediátrica e obstétrica antes de se dedicar à ilustração médica em tempo integral. Graduou-se com destaque em arte de estúdio no Mary Baldwin College. Depois de acumular uma experiência de 5 anos, trabalha desde 1986 como parceira do Dr. Ober na Medical & Scientific Illustration. Atuou também no núcleo docente do Laboratório Marinho Shoals e coministrou o curso de Ilustração Biológica com o Dr. Ober. Os livros ilustrados pela Medical & Scientific Illustration receberam diversos prêmios por projeto e ilustração.

Kathleen Welch
Consultora clínica

Dra. Welch é mestre pela Universidade de Washington, em Seattle e fez sua residência em Medicina Familiar na Universidade da Carolina do Norte, em Chapel Hill. Durante dois anos, atuou como diretora de Saúde Materna e Infantil no LBJ Tropical Medical Center, em Samoa Americana e, posteriormente, foi membra do Departamento de Medicina Familiar na Kaiser Permanente Clinic, em Lahaina, Havaí. Atua em consultório particular desde 1987 e é licenciada para atuar no Havaí, em Washington e na Nova Zelândia. É associada da Academia Americana de Medicina Familiar e membra da Associação Médica do Havaí e da Sociedade de Fisiologia e Anatomia Humana (HAPS). Com o Dr. Martini, é coautora tanto de livro didático sobre anatomia e fisiologia como do *Manual de Aplicação*.

Anatomia e fisiologia para o século XXI



Os textos de anatomia e fisiologia ainda estão seguindo o formato criado há 500 anos

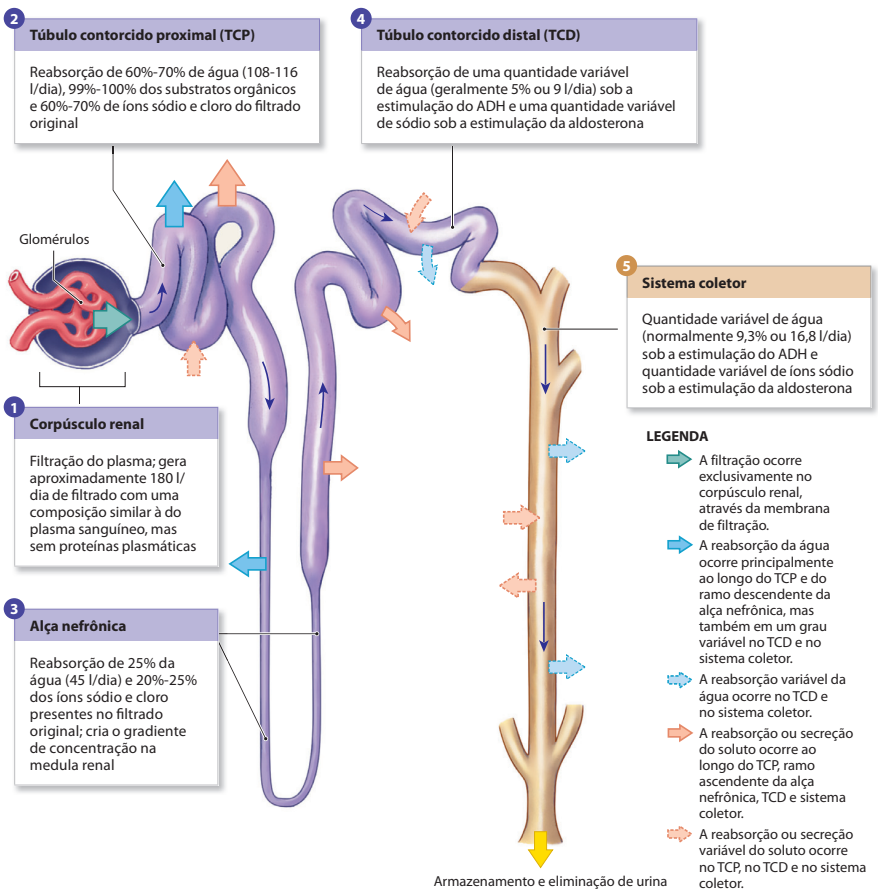
O texto de anatomia à esquerda, impresso em 1491, transmite as informações em blocos com textos longos, ocasionalmente complementados por ilustrações. O mesmo formato é usado ainda hoje em livros didáticos (embora o texto não seja em latim). É, sem dúvida, um método de ensino "experimentado e verdadeiro". Mas é o melhor método para atingir as mentes dos estudantes de hoje?

Já há tantos livros didáticos de anatomia e fisiologia para os cursos básicos, então por que lançar mais um? A resposta simples é: nenhum deles parece adaptar-se à toda gama de estudantes que ingressa nesse curso. *Anatomia e fisiologia humana: uma abordagem visual* é produto de uma reanálise completa do conceito de "livro didático". Enquanto o escopo e o conteúdo são familiares, a organização e a abordagem são ímpares e diferentes do que existe hoje disponível no mercado.

17.4

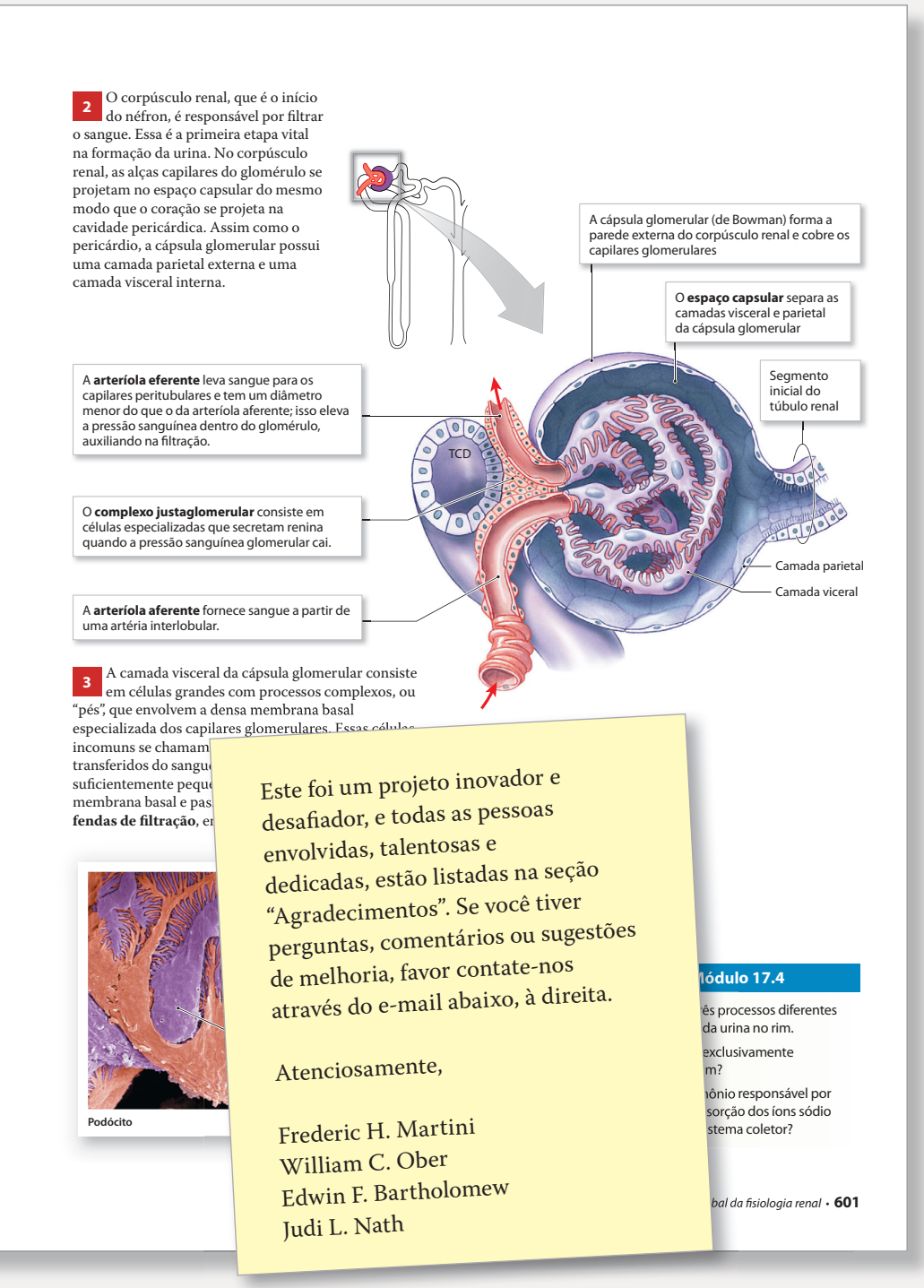
Filtração, reabsorção e secreção ocorrem em regiões específicas do néfron e do sistema coletor

1 Este diagrama resume as funções dos vários segmentos do néfron e do sistema coletor na formação da urina. A maioria das regiões realiza uma combinação de reabsorção e secreção, mas o equilíbrio entre os dois processos varia de uma região para outra. A interação entre o sistema coletor e as alças nefrônicas – especialmente as alças longas dos néfrons justamedulares – regula o volume final e a concentração do soluto na urina.



Os estudantes do século XXI foram moldados por um ambiente integrado com a mídia

Atualmente, para todos os lugares onde olhamos, as informações são apresentadas como uma fusão de textos e imagens. Manuais de carros, eletrônicos e de instruções de emergência em aviões, sites de redes sociais, por exemplo, integram recursos visuais ao texto de forma efetiva. A este livro, foi aplicado esse estilo de apresentação contemporânea, integrando texto e arte, tornando-o mais objetivo e mais fácil de ser absorvido.



Este foi um projeto inovador e desafiador, e todas as pessoas envolvidas, talentosas e dedicadas, estão listadas na seção "Agradecimentos". Se você tiver perguntas, comentários ou sugestões de melhoria, favor contate-nos através do e-mail abaixo, à direita.

Atenciosamente,

Frederic H. Martini
William C. Ober
Edwin F. Bartholomew
Judi L. Nath

Anatomia e fisiologia humana: uma abordagem visual abandona o formato do século XV e adota uma abordagem moderna e integrada

Com uma organização eficiente, a integração completa entre texto e arte torna a informação muito mais acessível.

Visão organizacional:

- Os conceitos são apresentados em 275 módulos – 225 em duas páginas e 50 em páginas únicas, cada um focado em um tópico.
- Cada módulo termina com perguntas de avaliação, com o objetivo de reforçar e enfatizar os conceitos-chave e as conexões.
- Grupos de módulos relacionados estão agrupados em seções, e cada seção abre com uma introdução de uma página e fecha com uma seção de revisão de uma página.
- O material do final do capítulo está organizado com um exercício de revisão altamente visual e com questões que integram todo o capítulo.

Essas inovações estruturais e organizacionais fazem de *Anatomia e fisiologia humana: uma abordagem visual* um livro didático completamente novo – o tipo de livro que os alunos irão considerar muito interessante e de fácil entendimento. As páginas que seguem irão guiá-lo nas características específicas do livro, com muito mais detalhes.

Envie suas perguntas ou comentários para:
martini@pearson.com

O que torna este livro diferente?
A organização em módulos

A organização em módulos, que resulta em economia de tempo, apresenta os tópicos em duas páginas. Essa extensão de duas páginas proporciona aos alunos uma organização eficiente no gerenciamento do seu tempo. Os alunos conseguem estudar cada módulo durante o tempo limitado que têm em sua agenda concorrida – 10 minutos para um módulo agora, 10 minutos para outro módulo mais tarde – marcando cada módulo à medida que o completam.

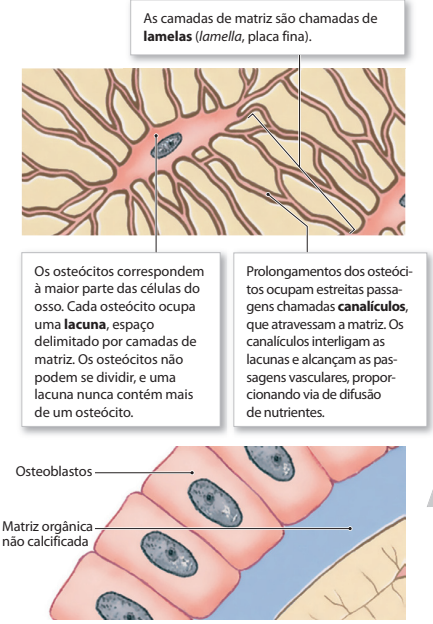
Em primeiro lugar, o topo da página, à esquerda, começa com uma frase completa (título do tópico), que já expõe o principal ponto do módulo. Esses títulos de cada tópico estão correlacionados com os objetivos de aprendizagem da página inicial do capítulo.

5.3

O osso tem uma matriz calcificada associada a osteócitos, osteoblastos e osteoclastos

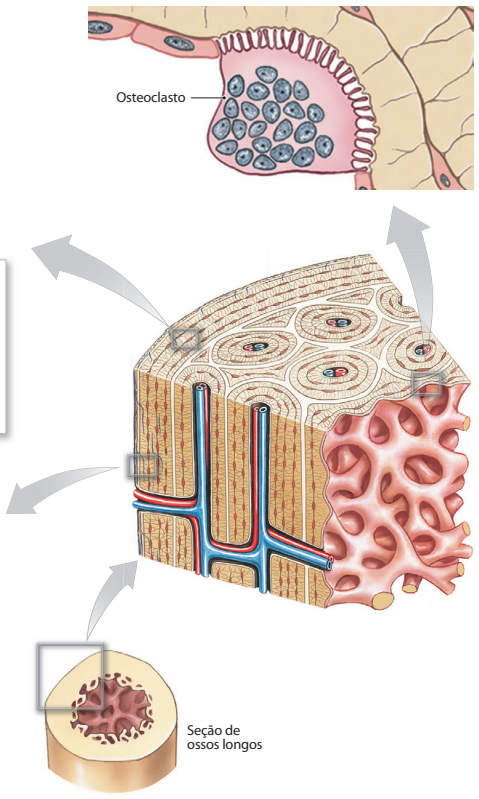
Tanto o osso compacto como o osso esponjoso contêm os mesmos três tipos de células.

1 As células ósseas maduras chamadas **osteócitos** (*osteo-*, osso + *citos*, celular) mantêm o teor de proteínas e minerais da matriz circundante por meio do *turnover* dos componentes da matriz. Os osteócitos secretam substâncias químicas que dissolvem a matriz adjacente e os minerais liberados entram na circulação. Os osteócitos, em seguida, reconstroem a matriz, estimulando a deposição de cristais minerais. Os osteócitos também desempenham uma função na reparação de ossos danificados.



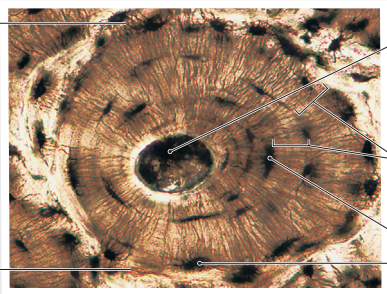
2 Os **osteoblastos** (*blasto*, broto, precursor) produzem nova matriz óssea em um processo chamado **ossificação**. Os osteoblastos produzem e liberam as proteínas e outros componentes orgânicos da matriz e também promovem a deposição de sais de cálcio na matriz orgânica do osso em formação. Os osteócitos desenvolvem-se a partir dos osteoblastos, que acabaram se tornando totalmente cercados pela matriz óssea.

3 Os **osteoclastos** (*clas*, quebra) são células que removem e reciclam a matriz óssea. São células gigantes, com 50 núcleos ou mais. Os esteoclastos se originam das mesmas células-tronco que produzem monócitos e macrófagos. Os ácidos e as enzimas proteolíticas (que digerem proteínas) secretadas por osteoclastos dissolvem a matriz e liberam os minerais armazenados no fluido intersticial. Esse processo, chamado **osteólise** (*lise*, desagregação) ou reabsorção, é importante na regulação das concentrações de cálcio e íons fosfato nos fluidos corporais.



Em seguida, os números destacados nos quadrados vermelhos orientam os alunos na apresentação do tópico.

4 A unidade funcional básica de um osso compacto maduro é o **ósteon**, ou sistema de Havers. Muitas das características importantes do ósteon foram apresentadas no Módulo 3.22 e você pode revisar antes de prosseguir.

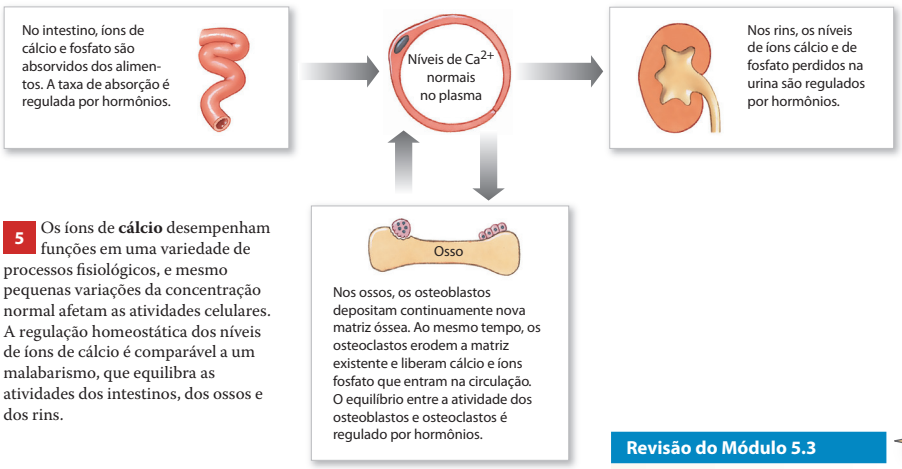


Osso compacto LM × 375

O **canal central** geralmente corre paralelo à superfície do osso. Pequenas ramificações das artérias e das veias dentro do canal central nutrem os osteócitos dentro dos ósteons e proporcionam uma via para trajeto de íons de cálcio liberados, ou para a remoção de resíduos.

Os osteócitos ocupam as **lacunas** localizadas entre as lamelas. Na preparação desta micrografia, um pequeno pedaço de osso foi reduzido por abrasão, de modo a diminuir sua espessura até o ponto em que se tornou transparente à passagem de luz para microscopia. Nesse processo, as lacunas e os canalículos são preenchidos por poeira óssea e, assim, aparecem em preto.

5 Os íons de **cálcio** desempenham funções em uma variedade de processos fisiológicos, e mesmo pequenas variações da concentração normal afetam as atividades celulares. A regulação homeostática dos níveis de íons de cálcio é comparável a um malabarismo, que equilibra as atividades dos intestinos, dos ossos e dos rins.



Variações na concentração de cálcio dos fluidos corporais, maiores do que 30% a 35%, produzem uma desorganização no funcionamento das células musculares e dos neurônios, com resultados potencialmente letais. Entretanto, a concentração de íons de cálcio é tão rigorosamente regulada, que oscilações diárias maiores que 10% são bastante raras.

Revisão do Módulo 5.3

a. Defina osteócitos, osteoblastos e osteoclastos.

b. Qual é a unidade funcional básica do osso compacto maduro?

c. Se a atividade dos osteoclastos excedesse a atividade dos osteoblastos, qual seria o efeito na estrutura do osso?

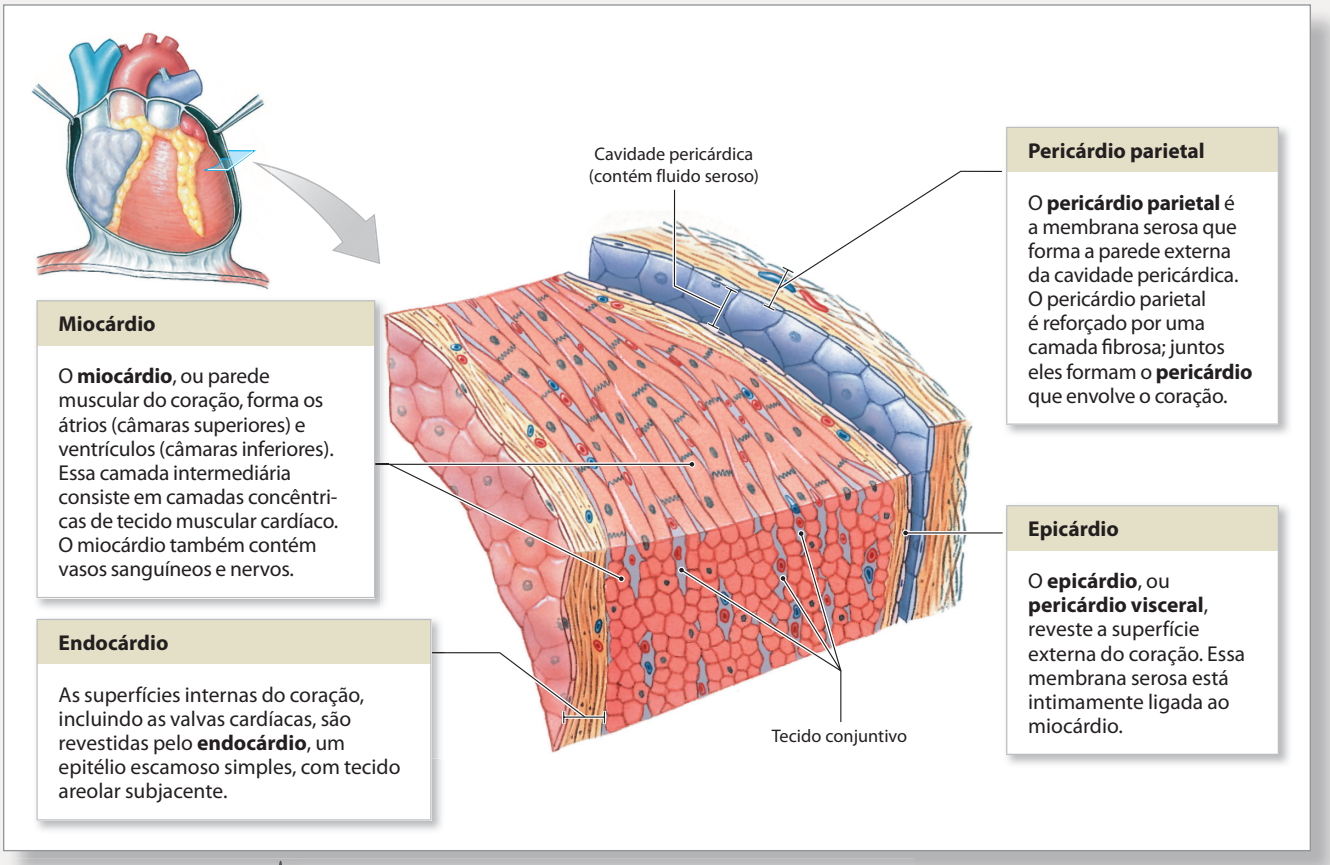
Depois, em vez de textos longos, encontra-se um texto breve, inserido nos recursos visuais. Os alunos leem enquanto olham para a ilustração, o que significa:

- nada de parágrafo longo;
- nenhuma necessidade de virar páginas;
- tudo em um único lugar.

Finalmente, a cada duas páginas, o módulo termina com perguntas que ajudam os alunos a verificar sua compreensão antes de prosseguir.

O que torna este livro diferente?
A abordagem visual

A abordagem visual única permite que as ilustrações sejam o objeto central de ensino e de aprendizagem, com o texto construído diretamente em torno delas – criando uma verdadeira integração texto-arte. Essa abordagem corresponde à forma mais natural de os alunos usarem o livro didático. Nossa extensa pesquisa – com a coleta de informações extraídas das opiniões dos estudantes e dos profissionais que trabalham com estudantes e a realização de testes com alunos em sala de aula – revela que os alunos fazem, primeiramente, a leitura visual, e, em seguida, a do texto correspondente.



Miocárdio

O **miocárdio**, ou parede muscular do coração, forma os átrios (câmaras superiores) e ventrículos (câmaras inferiores). Essa camada intermediária consiste em camadas concêntricas de tecido muscular cardíaco. O miocárdio também contém vasos sanguíneos e nervos.

Endocárdio

As superfícies internas do coração, incluindo as valvas cardíacas, são revestidas pelo **endocárdio**, um epitélio escamoso simples, com tecido areolar subjacente.

Pericárdio parietal

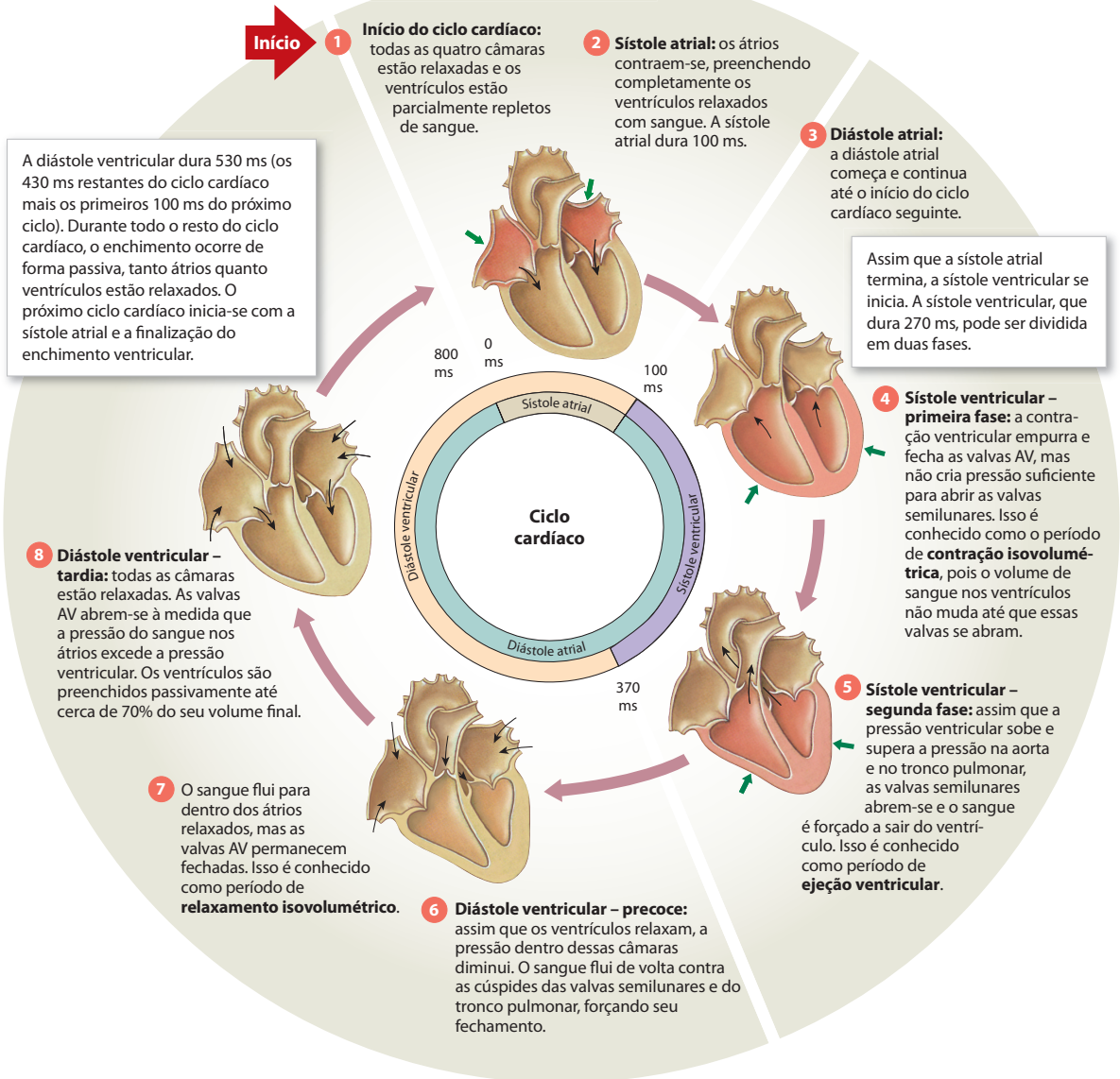
O **pericárdio parietal** é a membrana serosa que forma a parede externa da cavidade pericárdica. O pericárdio parietal é reforçado por uma camada fibrosa; juntos eles formam o **pericárdio** que envolve o coração.

Epicárdio

O **epicárdio**, ou **pericárdio visceral**, reveste a superfície externa do coração. Essa membrana serosa está intimamente ligada ao miocárdio.

Descrições e terminologia-chave estão inseridas na arte.

As setas indicam o início de um processo, os números mostram a sequência dos passos e as partes com informação de fácil compreensão orientam os alunos através de processos complexos.



O que torna este livro diferente?

A prática frequente

A definição de momentos previsíveis para fazer uma pausa e verificar a compreensão ajuda os alunos a colocar um ritmo na sua aprendizagem ao longo do capítulo.

Revisão do módulo
aparece ao final de cada módulo, para a realização de uma autoavaliação frequente e consistente.

Revisão do Módulo 14.3

a. Descreva os papéis dos três tipos de células associados aos alvéolos.

b. Descreva como a estrutura da membrana respiratória melhora a difusão de gás.

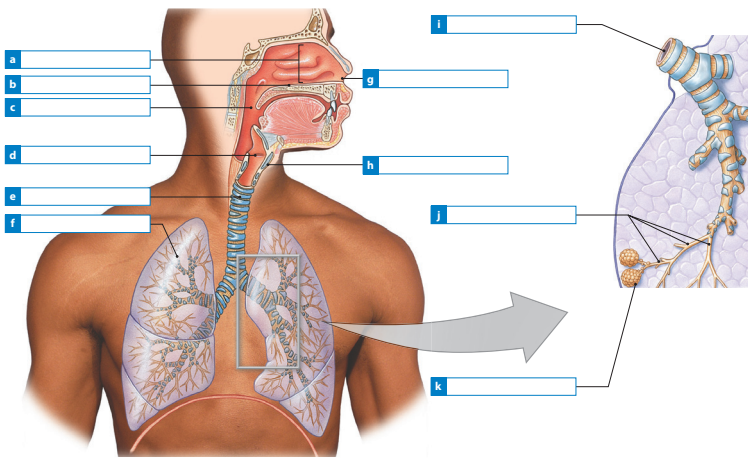
c. O que aconteceria com os alvéolos se o surfactante não fosse produzido?

Revisão da seção
aparece depois de grupos de módulos relacionados e inclui atividades de revisão, como criação de legendas e mapeamento do conceito.

Revisão da SEÇÃO 1

1. Legenda

Crie legendas para as estruturas do sistema respiratório na figura a seguir.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência de cada um dos termos a seguir com a sua descrição mais próxima.

- Brônquio principal esquerdo
- Mucosa respiratória
- Palato mole
- Broncodilatação
- Brônquio principal direito
- Cóanos
- Células epiteliais escamosas simples
- Surfactante
- Fibrose cística
- Traqueia
- Faringe
- Membrana respiratória
- Laringe
- Broncoconstrição

a _____ Evita colapso dos alvéolos
b _____ Traqueia
c _____ Componente alveolar da membrana respiratória
d _____ Ativação simpática
e _____ Suprimento de ar para o pulmão com dois lobos
f _____ Ativação parassimpática
g _____ Local comum para corpos estranhos aspirados
h _____ Superfície de troca gasosa
i _____ Posterior ao palato duro
j _____ Câmara compartilhada pelos sistemas respiratório e digestório
k _____ Envolve e protege a glote
l _____ Doença respiratória hereditária letal
m _____ Reveste a porção condutora das vias aéreas
n _____ Conecta a cavidade nasal e a nasofaringe

504

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

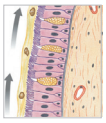
Anatomia funcional do sistema respiratório

- sistema respiratório
- parte superior do sistema respiratório
- parte inferior do sistema respiratório
- vias aéreas
- porção condutora
- bronquíolos terminais
- parte respiratória
- alvéolos
- parte superior do sistema respiratório
- parte inferior do sistema respiratório

14.1

A mucosa respiratória limpa, aquece e umidifica o ar inalado

- mucosa respiratória
- lâmina própria
- fibrose cística (FC)
- faringe
- nasofaringe
- orofaringe
- laringofaringe
- traqueia
- cóanos
- vestíbulo nasal
- narinas
- palato duro
- palato mole
- glote
- laringe



14.2

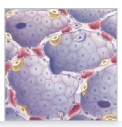
A traqueia e os brônquios principais transportam o ar para e a partir dos pulmões

- traqueia
- brônquios principais
- cartilagens traqueais
- músculo traqueal
- bronquíolo
- broncodilatação
- broncoconstrição
- asma
- pulmão direito
- fissuras horizontal e oblíqua
- lobos superior, médio e inferior
- hilo
- incisura cardíaca
- pulmão esquerdo
- fissura oblíqua
- lobos superior e inferior
- pleura

14.3

A troca gasosa ocorre nos alvéolos

- alvéolos
- surfactante
- membrana respiratória



SEÇÃO 2

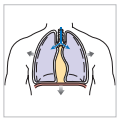
Fisiologia respiratória

- respiração
- respiração pulmonar
- ventilação pulmonar
- ventilação alveolar
- difusão de gás
- respiração celular
- hipóxia
- anóxia

14.4

As alterações de pressão dentro das cavidades pleurais direcionam a ventilação pulmonar

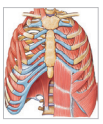
- pneumotórax
- atelectasia
- pressão intrapulmonar
- pressão alveolar
- volume corrente (VC)



14.5

Os músculos respiratórios ajustam o volume corrente para atender às demandas respiratórias

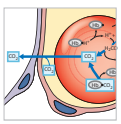
- músculos inspiratórios
- músculos expiratórios
- músculos respiratórios principais
- músculos respiratórios acessórios
  - diafragma
  - músculos intercostais externos
- ciclo respiratório
- volumes
- capacidades
- volume de reserva inspiratório (VRI)
- volume corrente (VC)
- espaço morto pulmonar
- volume de reserva expiratório (VRE)
- capacidade vital
- volume residual
- capacidade pulmonar total



14.6

A difusão de gás depende das concentrações relativas e das solubilidades dos gases

- respiração pulmonar
- membrana respiratória
- respiração celular
- hemoglobina
- ácido carbônico
- desvio do cloreto



• = *Termos em negrito neste módulo.*

Revisão do capítulo inclui um **resumo com palavras-chave**, que pede aos alunos para resumir o conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem apresentada.

, o piso salarial dos dentistas é equivalente
a, R$ 2.172,00 em valores de 2014. Atual-
na Câmara dos Deputados pretende alterar
a exercer a profissão, o registro no Conselho
atório.

Os melhores caminhos a seguir atualmente
os. O mercado está saturado, sobretudo nas
que concentram mais de 70% dos profis-
m áreas menos difundidas poderá ser um

or público, que absorve um grande número
pitais, unidades básicas e em programas de
pre são lançados, inclusive em áreas pouco
ia legal, que atua desde a identificação de
cas.

Abril, 2013.

ntologia da USP. Disponível em: <www.
2014.

tomia e Fisiologia, estudam-se as mais diversas disciplinas da área da saúde, como Histologia, Genética, Parasitologia, Imunologia, Microbiologia e Patologia. Desde o início, os conhecimentos teóricos mais gerais são mesclados às disciplinas específicas – Radiologia, Endodontia, Oclusão e Prótese, entre outras –, que abrangem todo o escopo da profissão. A área humanística é preenchida por disciplinas como Antropologia e Sociologia, presentes nas grades de quase todos os cursos. Temas de gestão, como Economia Profissional e Administração Hospitalar, também são comuns.

Ao sair da faculdade, o cirurgião-dentista está apto a atuar como generalista, uma vez que entra em contato com a maioria das especialidades. No entanto, o aprimoramento em alguma delas é essencial para a boa colocação profissional. Os cursos costumam ser ministrados pelas próprias universidades ou por entidades de classe.

Capítulo 15 – Questões de revisão

1. De que modo o estômago promove e ajuda no processo da digestão?
2. Explique por que alguns pacientes com cálculos biliares desenvolvem pancreatite.
3. Bárbara sofre de doença de Crohn, uma inflamação regional do intestino que se acredita que tenha alguma base genética, embora a causa real continue obscura. Quando a doença se manifesta, ela sofre dores abdominais, perda de peso e anemia. Quais partes do intestino provavelmente estão envolvidas e quais são as causas dos sinais e sintomas de Bárbara?
4. Quais camadas de um molar um cirurgião oral perfuraria durante um tratamento de canal radicular (remoção de nervos, vasos sanguíneos e tecido pulpar em um dente gravemente infectado)?
5. Recentemente, mais pessoas recorreram à cirurgia para ajudar a perder peso. Uma forma de cirurgia para controle de peso envolve o grampeamento cirúrgico de uma parte do estômago, criando um volume menor. Como uma cirurgia desse tipo resultaria em perda de peso?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

Questões de revisão constituem a parte de revisão do capítulo, com perguntas de pensamento crítico e cenários clínicos que ajudam os alunos a fixar importantes conceitos do capítulo.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Recurso digital para aprofundamento do conteúdo aprendido – MyHealthLab.

Respostas da revisão do módulo, revisão das seções e revisão dos capítulos estão disponíveis na parte final do livro.

Agradecimentos

Sentimo-nos muito honrados pela oportunidade de utilizar o formato visual para criar um texto para os alunos, em um curso que apresenta os fundamentos da anatomia e fisiologia. Nossa abordagem visual envolve a criação do texto em unidade com a arte, e isso significa que, nesse caso, o processo sequencial tradicional de publicação de uma obra – que é a geração de um manuscrito, pós-desenvolvimento de uma arte, edição e diagramação da página – não se aplica. Por todos os anos que este projeto esteve em desenvolvimento, Paul Corey, presidente da Pearson Ciências, Frank Ruggirello, vice-presidente e diretor editorial de Ciências Aplicadas, e Leslie Berriman, editora executiva de Ciências Aplicadas, mostraram apoio incondicional para este esforço, e nós os agradecemos por seu incentivo e colaboração.

O resultado reflete o empenho de uma equipe. Ric Martini trabalhou em estreita colaboração com Ed Bartholomew, Judi Nath e Kathleen Welch, e assim a estrutura pedagógica e a cobertura clínica evoluíram. Uma vez que um módulo de duas páginas estava esboçado, Bill Ober trabalhou com Claire Garrison e Anita Impagliazzo para produzir as ilustrações. Jim Gibson e Gibson da Design Associates deram forma ao design, criando uma fluidez perfeita. Este processo foi repetido para cada módulo e para toda iteração, à medida que os capítulos eram criados, revistos e revisados. Sem os talentos criativos dessa equipe, este projeto não teria sido possível.

Gostaríamos também de agradecer a nossa editora de desenvolvimento, Alice Fugate, que nos ajudou, organizando e resumindo os comentários da revisão, guiando-nos em direção às melhorias necessárias para os módulos. Ao longo de todo esse processo, Robin Pille, nosso editor de projetos da Pearson Ciências, manteve ativo o fluxo do projeto, através da coordenação das revisões, da organização do desenvolvimento do manuscrito, supervisionando os pesquisadores de imagens, além de tratar de um milhão de outros detalhes. Barbara Yien supervisionou o desenvolvimento e ajudou a manter o livro na trajetória certa. Deborah Cogan e Nancy Tabor criaram novos processos para acompanhar este livro durante toda a produção e impressão. Os cuidados aos detalhes de Michael Rossa, no seu trabalho da edição do texto, resultaram em muitas mudanças importantes para a melhoria da consistência e precisão. Obrigado também à Janet Brodsky do Ivy Tech Community College-Lafayette, por sua precisão nas revisões dos capítulos e respostas-chave. Somos profundamente gratos a Tiffany Timmerman por sua liderança na qualificada equipe em S4Carlisle, que coordenou o projeto do livro de forma tranquila até sua composição. E obrigado a Karen Hollister, por seu trabalho dedicado e cuidadoso ao indexar o livro.

Somos gratos a Joe Mochnick, Wendy Romaniecki, Brooke Keeney, Krysia Lazarewicz, Sade McDougal, Pete Ratkevich, Nicole McFadden, editora associada na Pearson Ciências, Shannon Kong, Nancy Tabor, Claire Alexander, Jeanie Chung, Hilary Thompson, Michelle Cadden e Erik Fortier.

Agradecemos também a Robin A. Wagner do Lansing Community College, Betsy Brantley do Valencia College, Jeff Schinske do De Anza College, Margaret (Betsy) Ott do Tyler Junior College, Angela Edwards do Trident Technical College, Susan Heaphy da Universidade do Estado de Ohio, em Lima, Dee Ann Sato do Cypress College, Janet Brodsky do Ivy Tech Community College-Lafayette e Lu Clark do Lansing Community College.

Finalmente, gostaríamos de agradecer a Brooke Suchomel, gerente sênior de Desenvolvimento de Mercado, a Derek Perrigo, gerente de marketing, e a todos os representantes de vendas da Pearson Ciências que trabalharam incansavelmente ao longo do desenvolvimento deste livro, apresentando-o a professores e alunos, com o objetivo de coletar um feedback de valor inestimável e retransmiti-lo a nós, para que pudéssemos integrá-lo a cada página.

Temos ainda que agradecer aos seguintes instrutores, por seus comentários e sugestões:

Revisores técnicos

Teresa Alvarez
St. Louis Community College — Forest Park

Meghan Adrikanich
Lorain County Community College

Michelle Baragona
Northeast Mississippi Community College

Carlena M. Benjamin
Northeast Mississippi Community College

Mahmoud Bishr
Metropolitan Community College — Penn Valley

Betsy Brantley
Valencia College

Tom Carson
Bossier Parish Community College

M. Aftab Chaudhry
St. Louis Community College — Forest Park

Carlota B. Cinco
Homestead Schools Inc.

Lu Anne Clark
Lansing Community College

Estelle Coffino
The College of Westchester

Jonathon P. Cohen
Kankakee Community College

Janie Corbitt
Central Georgia Technical College

Fleurdeliza Cuyco
Preferred College of Nursing — Los Angeles

Louise DeRagon
Mildred Elley

Andrea L. Dievendorf
Mildred Elley

Marirose T. Ethington
Genesee Community College

John E. Fishback
Ozarks Technical Community College

Maria Florez
Lone Star College — CyFair

Eric Forman
Sauk Valley Community College

Andrew Goliszek
North Carolina A&T State University

Roberto B. Gonzales
Northwest Vista College

Susan Heaphy
Universidade do Estado de Ohio, em Lima

Peggy S. Hill
Universidade de Tulsa

Dawn Hilliard
Northeast Mississippi Community College

William Huber
St. Louis Community College — Forest Park

Sandra Hutchinson
Sinclair Community College

Murray Jensen
Universidade de Minnesota

Susanne Kalup
Westmoreland County Community College

Vicki Kane
YTI Career Institute — Altoona Campus

Laura Juarez de Ku
Austin Community College

Steven Lewis
Metropolitan Community College — Penn Valley

Lynette S. McCullough
Southern Crescent Technical College

Melissa Meador
Universidade do Estado de Arkansas — Beebe

Monica M. Miklo
Stark State College

Nathanial Mills
Texas Woman's University — Denton

Javanika Mody
Anne Arundel Community College

Liza Mohanty
Olive-Harvey College

Terri Nicolau
Coastal Bend College — Alice

Adriana Nunemaker
Laredo Community College

Angela Porta
Kean University

Julie M. Porterfield
Tulsa Community College

Karla Rues
Ozarks Technical Community College

Shaumarie Scoggins
Texas Woman's University — Denton

Alan C. Sherrer
Itawamba Community College

Deborah Shields
Charter College

Betty Sims
Coastal Bend College — Beeville

Stephen Smith
Olive-Harvey College

Brian Stout
Northwest Vista College

Liz Torrano
American River College

Leticia Vosotros
Ozarks Technical Community College

Mindy Walker
Universidade Rockhurst

Ronika Williams
Coastal Bend College — Beeville

Christina Wills
Universidade Rockhurst

Stacy Zell
Universidade do Rio Grande

Outros profissionais

Teresa Alvarez
St. Louis Community College — Forest Park

Michelle Baragona
Northeast Mississippi Community College

Patty Bostwick-Taylor
Florence-Darlington Technical College

Diep Burbridge
Long Beach City College

Alex Cheroske
Mesa Community College — Red Mountain

Carlota B. Cinco
Homestead Schools Inc.

Chad Cryer
Austin Community College

Louise DeRagon
Mildred Elley

Andrea L. Dievendorf
Mildred Elley

Marirose T. Ethington
Genesee Community College

Stefanie Freese
Northeast Mississippi Community College

Gary Fultz
McLennan Community College

Kristie Garner
Universidade de Arkansas — Ft. Smith

Anne Geller
San Diego Mesa College

Wade Hagan
Mt. San Jacinto College — Menifee

Kristine Hicks
University of Central Arkansas

Dawn Hilliard
Northeast Mississippi Community College

William Huber
St. Louis Community College — Forest Park

Sandra Hutchinson
Santa Monica College

Murray Jensen
Universidade de Minnesota

Outros profissionais *(continuação)*

Jill Johnson
Kirkwood Community College

Laura Juarez de Ku
Austin Community College

Tom Justice
McLennan Community College

Susanne Kalup
Westmoreland County Community College

Vicki Kane
YTI Career Institute — Altoona Campus

Charles Matsuda
Kapiolani Community College

Melissa Meador
Arkansas State University — Beebe

Sunil Nityanand
Lansing Community College

Izak Paul
Mount Royal University

Julie M. Porterfield
Tulsa Community College

David Sanchez
Austin Community College

Neal Schmidt
Universidade de Pittsburg

Shaumarie Scoggins
Texas Woman's University — Denton

Alan C. Sherrer
Itawamba Community College

Deborah Shields
Charter College

Mary Sides
McLennan Community College

Stephen Smith
Olive-Harvey College

George Spiegel
College of Southern Maryland

Shannon Thomas
McLennan Community College

Liza Tobias-Cuyco
Preferred College of Nursing

Liz Torrano
American River College

Chase Tydell
Cerritos College

Jennifer Wester
Itawamba Community College

Kevin Young
Arizona Western College

Stacy Zell
Universidade do Rio Grande

Agradecimentos dos editores brasileiros

Agradecemos aos professores Ana Maria Minarelli Gaspar (Unesp), Eduardo Cotecchia Ribeiro (Unifesp) e Alfredo Luiz Jácomo (USP) pela excelente avaliação do livro.

Sumário

1 Introdução à anatomia e à fisiologia 2

SEÇÃO 1 **Anatomia e fisiologia em perspectiva** 3

1.1 Anatomia é o estudo da forma e fisiologia é o estudo da função 4

1.2 A forma e a função estão inter-relacionadas 6

1.3 O corpo humano tem múltiplos níveis interdependentes de organização 7

1.4 Os órgãos e sistemas de órgãos desempenham funções vitais 8

Revisão da Seção 1 10

SEÇÃO 2 **Homeostase** 11

1.5 O feedback negativo proporciona estabilidade enquanto o feedback positivo acelera a conclusão de um processo 12

Revisão da Seção 2 14

SEÇÃO 3 **Termos anatômicos** 15

1.6 A anatomia de superfície e a anatomia topográfica indicam localizações de estruturas superficiais ou profundas no corpo 16

1.7 Os termos direcionais e seccionais descrevem pontos de referência específicos 18

1.8 As cavidades do corpo protegem os órgãos internos e permitem que eles mudem de forma 20

Revisão da Seção 3 22

Revisão do Capítulo 1 23

Resumo com palavras-chave 23

Caminhos profissionais: Médico ultrassonografista 24

Capítulo 1 – Questões de revisão 25

2 Organização no nível químico 26

SEÇÃO 1 **Átomos e moléculas** 27

2.1 Átomos típicos contêm prótons, nêutrons e elétrons 28

2.2 Os elétrons ocupam vários níveis de energia 30

2.3 As ligações iônicas e ligações covalentes são as ligações químicas mais comuns 32

Revisão da Seção 1 34

SEÇÃO 2 **Reações químicas** 35

2.4 As fórmulas químicas descrevem reações químicas que podem ser auxiliadas por enzimas 36

2.5 Existem três tipos básicos de reações químicas 38

Revisão da Seção 2 40

SEÇÃO 3 **Importância da água no corpo** 41

2.6 Os sistemas fisiológicos dependem de água 42

2.7 A regulação do pH dos fluidos corporais é vital para a homeostase 44

Revisão da Seção 3 46

SEÇÃO 4 **Metabólitos e nutrientes** 47

2.8 Os carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, geralmente em uma proporção de 1:2:1 48

2.9 Os lipídios geralmente apresentam uma proporção de carbono-hidrogênio de 1:2 50

2.10 Os esteroides, fosfolipídios e glicolipídios têm funções distintas 52

2.11 As proteínas são formadas a partir de aminoácidos 54

2.12 As enzimas são proteínas com funções reguladoras importantes 56

2.13 Os compostos de alta energia podem armazenar e transferir uma parte da energia liberada durante as reações enzimáticas 57

2.14 O DNA e o RNA são ácidos nucleicos 58

Revisão da Seção 4 60

Revisão do Capítulo 2 61

Resumo com palavras-chave 61

Caminhos profissionais: Farmacêutico (ou farmacêutico bioquímico) 63

Capítulo 2 – Questões de revisão 63

3 Células e tecidos 64

SEÇÃO 1 **Introdução às células** 65

3.1 As células são as menores unidades vivas 66

3.2 A membrana plasmática isola a célula do seu ambiente e executa várias funções; o citoesqueleto tem funções estruturais e funcionais 68

3.3 A síntese de proteínas no retículo endoplasmático e em ribossomos livres depende principalmente da energia fornecida pela atividade mitocondrial 70

3.4 O complexo de Golgi é um centro de armazenamento 72

3.5 O núcleo contém DNA, RNA, proteínas organizadoras e enzimas 74

3.6 A síntese da proteína envolve DNA, enzimas e três tipos de RNA 76

3.7 Cada célula tem um ciclo de vida que normalmente envolve períodos de crescimento e de divisão celular 78

3.8 A mitose distribui cromossomos antes de a citocinese separar as células-filhas 80

3.9 **MÓDULO CLÍNICO:** Os tumores e cânceres são caracterizados por crescimento e divisão anormal das células 82

Revisão da Seção 1 84

SEÇÃO 2 **Como as substâncias entram e saem da célula** 85

3.10 Difusão é o movimento impulsionado por diferenças de concentração 86

3.11 Os processos ativos e passivos movem materiais para dentro e para fora das células 88

Revisão da Seção 2 90

SEÇÃO 3 **Tecidos** 91

3.12 Os tecidos são grupos especializados de células e seus produtos 92

3.13 O tecido epitelial cobre superfícies, reveste estruturas e forma glândulas secretoras 94

3.14 As células epiteliais estão consideravelmente interligadas, tanto estrutural como funcionalmente 96

3.15 As células de um epitélio pavimentoso são achatadas e têm forma irregular 98

3.16 Os epitélios cúbico e transicional são encontrados ao longo de vários ductos e câmaras conectadas com o exterior 100

3.17 O epitélio colunar normalmente realiza absorção ou fornece proteção contra estresses ambientais ou químicos 102

3.18 Os epitélios glandulares são especializados em secreção 104

3.19 O tecido conjuntivo frouxo fornece apoio e suporte, enquanto o tecido conjuntivo denso proporciona força 106

3.20 As membranas são barreiras físicas 108

3.21 A cartilagem fornece uma estrutura de suporte flexível 109

3.22 O osso proporciona uma estrutura forte para o corpo 110

3.23 O tecido muscular é especializado em contração, enquanto o tecido nervoso é especializado na comunicação 112

3.24 **MÓDULO CLÍNICO:** A resposta à lesão de tecidos envolve inflamação e regeneração 114

Revisão da Seção 3 116

Revisão do Capítulo 3 117

Resumo com palavras-chave 117

Caminhos profissionais: Biomédico 120

Capítulo 3 – Questões de revisão 121

4 Sistema tegumentar 122

SEÇÃO 1 **Anatomia funcional da pele** 123

4.1 A epiderme é composta de camadas com diversas funções 124

4.2 Os fatores que influenciam a cor da pele incluem a pigmentação da epiderme e a circulação cutânea 126

4.3 A derme apoia a epiderme e a hipoderme conecta a derme ao restante do organismo 128

4.4 O tegumento tem funções endócrinas que requerem a radiação ultravioleta 129

Revisão da Seção 1 130

SEÇÃO 2 **Órgãos anexos da pele** 131

4.5 O pelo é constituído de células mortas queratinizadas produzidas em um folículo piloso especializado 132

4.6 As glândulas sebáceas e as glândulas sudoríferas são as glândulas exócrinas encontradas na pele 134

4.7 As unhas são lâminas grossas de células epidérmicas queratinizadas que protegem as pontas dos dedos das mãos e dos pés 136

4.8 **MÓDULO CLÍNICO:** Mudanças relacionadas à idade alteram o tegumento 137

4.9 **MÓDULO CLÍNICO:** O tegumento muitas vezes pode reparar-se, mesmo depois de grandes danos 138

Revisão da Seção 2 140

Revisão do Capítulo 4 141

Resumo com palavras-chave 141

Caminhos profissionais: Obstetriz 142

Capítulo 4 – Questões de revisão 143

5 Sistema esquelético 144

SEÇÃO 1 **Introdução aos ossos do sistema esquelético** 145

5.1 Os ossos são classificados de acordo com sua forma e estrutura, e apresentam uma variedade de características em sua superfície 146

5.2 Os ossos longos têm rico suprimento sanguíneo 148

5.3 O osso tem uma matriz calcificada associada a osteócitos, osteoblastos e osteoclastos 150

5.4 O osso compacto consiste em ósteons paralelos e o osso esponjoso consiste em uma rede de trabéculas 152

5.5 O método mais comum de formação óssea envolve a substituição de cartilagem por tecido ósseo 154

5.6 **MÓDULO CLÍNICO:** Anormalidades de crescimento e desenvolvimento ósseo produzem sinais físicos perceptíveis 156

5.7 **MÓDULO CLÍNICO:** Fratura é uma fissura ou uma ruptura completa do osso 158

Revisão da Seção 1 160

SEÇÃO 2 **Esqueleto** 161

5.8 Os ossos do viscerocrânio ocupam a parte anterior do crânio e os ossos do neurocrânio, a superfície posterior 162

5.9 As características da superfície do crânio são referências funcionais 164

5.10 Referências adicionais são visíveis em secções do crânio 166

5.11 Os ossos associados ao crânio executam funções especializadas 168

5.12 Os fontículos permitem o crescimento craniano em lactentes e crianças 169

5.13 A coluna vertebral apresenta quatro curvaturas e as vértebras têm similaridades anatômicas e diferenças regionais 170

5.14 Existem sete vértebras cervicais e doze vértebras torácicas 172

5.15 Existem cinco vértebras lombares; o sacro e o cóccix são formados por vértebras fundidas 174

5.16 A caixa torácica protege os órgãos do tórax e oferece locais para fixação muscular 176

5.17 **MÓDULO CLÍNICO:** Anomalias no esqueleto axial afetam diretamente a postura e o equilíbrio 177

5.18 Cíngulos dos membros superiores – as clavículas e as escápulas – ligam os membros superiores ao esqueleto axial 178

5.19 O úmero articula-se com o rádio e a ulna (ossos do antebraço) 180
5.20 O punho é composto pelos ossos carpais, e a mão é composta pelos ossos metacarpais e falanges 182
5.21 O osso do quadril é formado pela fusão do ílio, ísquio e púbis 183
5.22 A pelve é constituída por dois ossos do quadril mais o sacro e o cóccix 184
5.23 O fêmur articula-se com a patela e a tíbia 186
5.24 O tornozelo e o pé contêm ossos tarsais, metatarsais e falanges 188
Revisão da Seção 2 190

SEÇÃO 3 **Estrutura e movimento das articulações** 191
5.25 As articulações sinoviais (diartroses) são livremente móveis e contêm fluido sinovial 192
5.26 A organização anatômica determina as propriedades funcionais das articulações sinoviais 194
5.27 **MÓDULO CLÍNICO:** As vértebras adjacentes são separadas pelos discos intervertebrais, que são comprimidos pelo peso do tronco 195
5.28 **MÓDULO CLÍNICO:** A artrite pode destruir a estrutura normal da articulação e sua função 196
Revisão da Seção 3 198

Revisão do Capítulo 5 199
Resumo com palavras-chave 199
Caminhos profissionais: Fisioterapeuta 202
Capítulo 5 – Questões de revisão 203

6 Sistema muscular 204

SEÇÃO 1 **Anatomia funcional do tecido muscular esquelético** 205
6.1 O músculo esquelético contém tecido muscular esquelético, tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos e nervos 206
6.2 As fibras musculares esqueléticas possuem miofibrilas contráteis que contêm de centenas a milhares de sarcômeros 208
6.3 A fibra muscular esquelética se contrai quando estimulada por um neurônio motor 210
6.4 A teoria dos filamentos deslizantes explica as mudanças físicas que ocorrem durante uma contração 212
6.5 A contração de uma fibra muscular utiliza ATP em um ciclo que se repete enquanto durar a contração 214
Revisão da Seção 1 216

SEÇÃO 2 **Propriedades funcionais do tecido muscular esquelético** 217
6.6 A contração sobe para níveis máximos, à medida que a estimulação do músculo aumenta 218
6.7 O músculo esquelético controla a tensão muscular pelo número de unidades motoras estimuladas 220
6.8 As contrações musculares podem ser isotônicas ou isométricas 221
6.9 A contração muscular requer uma grande quantidade de ATP que pode ser produzida em condições aeróbicas ou anaeróbicas 222
6.10 **MÓDULO CLÍNICO:** Muitos fatores podem resultar em hipertrofia muscular, atrofia ou paralisia 224
Revisão da Seção 2 226

SEÇÃO 3 **Organização funcional do sistema muscular** 227
6.11 Os nomes dos músculos fornecem informações sobre sua aparência e/ou função 228
6.12 Termos descritivos gerais são utilizados para nomear os movimentos em relação à posição anatômica 230
6.13 Termos de aplicação menos frequentes descrevem movimentos de rotação e movimentos especiais 232
6.14 Conforme suas origens e funções, os músculos esqueléticos são agrupados na divisão axial ou na divisão apendicular 234
6.15 Os músculos da cabeça e do pescoço são importantes no processo da mastigação e úteis à comunicação 236
6.16 Os músculos da coluna vertebral sustentam e alinham o esqueleto axial 238
6.17 Os músculos oblíquos e retos formam a parede muscular do tronco 239
6.18 Os grandes músculos axiais e apendiculares originam-se no tronco 240
6.19 Os músculos proximais são maiores, mais fortes, em menor quantidade e menos precisos em suas ações do que os músculos distais dos membros 242
6.20 Os músculos que movem a perna originam-se na pelve e no fêmur 244
6.21 Os principais músculos que movem o pé e os dedos do pé originam-se na tíbia e na fíbula 246
Revisão da Seção 3 248

Revisão do Capítulo 6 249
Resumo com palavras-chave 249
Caminhos profissionais: Personal trainer 252
Capítulo 6 – Questões de revisão 253

7 Sistema nervoso central 254

SEÇÃO 1 **Neurônios e neuróglia** 255
7.1 Os neurônios são células nervosas especializadas na comunicação intercelular 256
7.2 Os oligodendrócitos, os astrócitos, as células ependimárias e a micróglia são neuróglias do SNC 258
7.3 As células de Schwann e as células satélites protegem os axônios e os corpos celulares dos neurônios sensitivos e motores do SNP 260
7.4 Toda comunicação e processamento no sistema nervoso dependem de mudanças no potencial de membrana de neurônios individuais 262
7.5 Um potencial de ação pode afetar outras partes da membrana por meio da condução contínua ou saltatória 264

7.6 Na sinapse, a informação viaja de uma célula pré-sináptica para uma célula pós-sináptica 266
Revisão da Seção 1 268

SEÇÃO 2 **Anatomia funcional do sistema nervoso central** 269

7.7 Cada região do encéfalo tem características estruturais e funcionais distintas 270
7.8 As meninges cranianas e o líquido cerebrospinal protegem e sustentam o encéfalo 272
7.9 Os pontos de referência superficiais podem ser usados para dividir a superfície do córtex cerebral em lobos 274
7.10 Os lobos do córtex cerebral contêm áreas com funções específicas 276
7.11 O diencéfalo, o tronco encefálico e o cerebelo contêm estações transmissoras que processam informações fora da nossa consciência 278
7.12 O sistema de ativação reticular do mesencéfalo é responsável por manter a consciência 280
7.13 **MÓDULO CLÍNICO:** A atividade encefálica pode ser monitorada com o uso de eletrodos externos. O registro desse monitoramento recebe o nome de eletroencefalograma ou EEG 281
7.14 A medula espinal contém substância cinzenta e substância branca 282
7.15 A substância cinzenta é a região de integração, e a substância branca carrega as informações 284
7.16 A medula espinal é circundada pelas meninges, que consistem em dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter 285
Revisão da Seção 2 286

Revisão do Capítulo 7 287
Resumo com palavras-chave 287
Caminhos profissionais: Biólogo 289
Capítulo 7 – Questões de revisão 289

8 Sistema nervoso periférico e autônomo 290

SEÇÃO 1 **Sistema nervoso periférico** 291

8.1 Os nervos espinais apresentam estrutura anatômica e um padrão de distribuição constante 292
8.2 Os doze pares de nervos cranianos são classificados como sensitivos, sensitivos especiais, motores ou mistos 294
8.3 Os nervos espinais formam plexos nervosos que inervam a pele e os músculos esqueléticos 296
8.4 As vias sensitivas e motoras transportam informações entre o SNP e os centros de processamento no SNC 298
8.5 Os reflexos são respostas rápidas e automáticas aos estímulos 300
8.6 **MÓDULO CLÍNICO:** Os reflexos podem ser usados para determinar a localização e a gravidade de lesões ao SNC 302
8.7 **MÓDULO CLÍNICO:** As doenças do sistema nervoso podem resultar de problemas com os neurônios, com as vias nervosas ou uma combinação de ambos 304
Revisão da Seção 1 306

SEÇÃO 2 **Sistema nervoso autônomo** 307

8.8 A divisão simpática inclui gânglios da cadeia simpática, gânglios colaterais e medula da glândula suprarrenal; por sua vez, a divisão parassimpática inclui gânglios terminais ou intramurais 308
8.9 As duas divisões do SNA inervam as mesmas estruturas, mas com padrões de inervação diferentes 310
8.10 As diferenças funcionais entre as duas divisões do SNA refletem suas características anatômicas e fisiológicas divergentes 312
Revisão da Seção 2 314

Revisão do Capítulo 8 315
Resumo com palavras-chave 315
Caminhos profissionais: Terapeuta ocupacional 316
Capítulo 8 – Questões de revisão 317

9 Sentidos 318

SEÇÃO 1 **Sentidos gerais** 319

9.1 Os receptores sensitivos gerais na pele variam amplamente em forma e função 320
9.2 Os barorreceptores e os quimiorreceptores iniciam reflexos autônomos importantes envolvendo as vias sensitivas viscerais 322
Revisão da Seção 1 324

SEÇÃO 2 **Sentidos especiais** 325

9.3 O olfato envolve os neurônios quimiorreceptores especializados, enquanto os receptores gustativos são células epiteliais especializadas 326
9.4 A orelha é dividida em orelha externa, orelha média e orelha interna 328
9.5 O labirinto ósseo protege o labirinto membranoso 330
9.6 As células ciliadas nos ductos semicirculares respondem à rotação, enquanto as do utrículo e do sáculo respondem à gravidade e à aceleração linear 332
9.7 O ducto coclear contém as células ciliadas do órgão espiral 334
9.8 As sensações de tom e volume dependem de movimentos da membrana basilar 336
9.9 As estruturas acessórias do olho fornecem proteção, enquanto também permitem que a luz alcance o interior do olho 338
9.10 O olho tem uma parede em camadas; é oco, com as cavidades anterior e posterior cheias de líquido 340
9.11 O olho é altamente organizado e tem um eixo visual consistente que direciona a luz para a fóvea da retina 342
9.12 O foco produz uma imagem bem definida na retina 344
9.13 O tecido neural da retina contém múltiplas camadas de fotorreceptores, neurônios e células de suporte especializados 346

9.14 A fotorrecepção, que ocorre no segmento externo dos bastonetes e dos cones, envolve a ativação de pigmentos visuais 348
9.15 As vias visuais distribuem informação visual de cada olho para ambos os hemisférios cerebrais 350
9.16 **MÓDULO CLÍNICO:** Problemas de acomodação resultam de anormalidades na córnea ou na lente, ou no formato do olho 351
9.17 **MÓDULO CLÍNICO:** O envelhecimento está associado a muitos distúrbios dos sentidos especiais; o trauma, a infecção e os estímulos anormais podem causar problemas em qualquer idade 352
Revisão da Seção 2 354

Revisão do Capítulo 9 355
Resumo com palavras-chave 355
Caminhos profissionais: Profissional da dança 357
Capítulo 9 – Questões de revisão 357

10 Sistema endócrino 358

SEÇÃO 1 **Hormônios e comunicação intercelular** 359
10.1 Os hormônios podem ser derivados de aminoácidos, hormônios peptídicos ou derivados lipídicos 360
10.2 Existem dois mecanismos principais por meio dos quais os hormônios atuam nas células-alvo 362
10.3 O hipotálamo exerce controle direto ou indireto sobre as atividades de muitos órgãos endócrinos 363
Revisão da Seção 1 364

SEÇÃO 2 **Órgãos endócrinos** 365
10.4 A glândula hipófise atua como uma glândula mestra 366
10.5 Os hormônios da glândula tireoide regulam o metabolismo ou os níveis de íons de cálcio 368
10.6 O paratormônio, produzido pelas glândulas paratireoides, é o principal regulador dos níveis de íons de cálcio nos fluidos corporais 370
10.7 As glândulas suprarrenais produzem hormônios envolvidos na regulação metabólica 372
10.8 As ilhotas pancreáticas secretam insulina e glucagon, e regulam o uso de glicose pela maioria das células 374
10.9 A glândula pineal do epitálamo secreta melatonina 376
10.10 **MÓDULO CLÍNICO:** O diabete melito é um distúrbio endócrino caracterizado por níveis excessivamente elevados de glicose no sangue 377
10.11 A resposta ao estresse é uma resposta previsível a qualquer ameaça significativa à homeostase 378
Revisão da Seção 2 380

Revisão do Capítulo 10 381
Resumo com palavras-chave 381
Caminhos profissionais: Instrutor de esportes 382
Capítulo 10 – Questões de revisão 383

11 Sangue e vasos sanguíneos 384

SEÇÃO 1 **Sangue** 385
11.1 O sangue é um tecido conjuntivo fluido que contém plasma e elementos figurados 386
11.2 Os glóbulos vermelhos, elementos figurados mais comuns, contêm hemoglobina 388
11.3 O tipo sanguíneo é determinado pela presença ou ausência de antígenos de superfície específicos nos glóbulos vermelhos 390
11.4 **MÓDULO CLÍNICO:** A doença hemolítica do recém-nascido é um distúrbio relacionado aos glóbulos vermelhos, causada por reação cruzada entre os tipos de sangue fetal e materno 392
11.5 Os glóbulos brancos defendem o organismo contra patógenos, toxinas, detritos celulares e células danificadas ou anormais 394
11.6 Os elementos figurados são produzidos por células-tronco derivadas de hemocitoblastos 396
11.7 A resposta de coagulação é uma complexa cascata de eventos que reduz a perda de sangue 398
11.8 **MÓDULO CLÍNICO:** As doenças do sangue podem ser classificadas por suas origens e pelas alterações nas características do sangue 400
Revisão da Seção 1 402

SEÇÃO 2 **Anatomia funcional dos vasos sanguíneos** 403
11.9 As artérias e as veias diferem na estrutura e na espessura de suas paredes 404
11.10 **MÓDULO CLÍNICO:** A arteriosclerose pode restringir o fluxo sanguíneo e danificar os órgãos vitais 406
11.11 Os capilares fazem parte de uma rede interligada chamada leito capilar 407
11.12 O sistema venoso tem pressões baixas e corresponde a quase dois terços do volume de sangue do corpo 408
11.13 O circuito pulmonar, que é relativamente curto, leva o sangue venoso do ventrículo direito para os pulmões, e retorna o sangue oxigenado para o átrio esquerdo 410
11.14 Os sistemas arterial e venoso sistêmicos distribuem-se paralelamente, e os grandes vasos muitas vezes têm nomes similares 412
11.15 Os ramos do arco da aorta irrigam estruturas que são drenadas pela veia cava superior 414
11.16 Os ramos da artéria carótida externa irrigam o pescoço, a mandíbula e a face, e ramos das artérias carótida interna e vertebral irrigam o encéfalo; enquanto as veias jugulares externas drenam as regiões irrigadas pelas carótidas externas, e as veias jugulares internas drenam o encéfalo 416
11.17 As artérias carótidas internas e as artérias vertebrais irrigam o encéfalo que é drenado pelos seios da dura-máter e pelas veias jugulares internas 418

11.18 As regiões irrigadas pela parte descendente da aorta são drenadas pelas veias cavas superior e inferior 420
11.19 As vísceras irrigadas pelo tronco celíaco e pelas artérias mesentéricas são drenadas pelas tributárias da veia porta do fígado 422
11.20 A pelve e os membros inferiores são irrigados pelos ramos das artérias ilíacas comuns e drenados pelas tributárias das veias ilíacas comuns 424
Revisão da Seção 2 426

Revisão do Capítulo 11 427
Resumo com palavras-chave 427
Caminhos profissionais: Psicólogo 430
Capítulo 11 – Questões de revisão 431

12 Coração e função cardiovascular 432

SEÇÃO 1 **Estrutura do coração** 433
12.1 A parede do coração contém camadas concêntricas de tecido muscular cardíaco 434
12.2 O coração está suspenso no interior da cavidade pericárdica; as margens das câmaras internas são visíveis na superfície externa 436
12.3 O coração recebe amplo suprimento de sangue 438
12.4 As valvas internas controlam a direção do fluxo do sangue entre as câmaras cardíacas 440
12.5 **MÓDULO CLÍNICO:** Danos ao miocárdio ou às valvas cardíacas podem comprometer a função cardíaca 442
Revisão da Seção 1 444

SEÇÃO 2 **Ciclo cardíaco** 445
12.6 O ciclo cardíaco cria gradientes de pressão que mantêm o fluxo sanguíneo e é coordenado por células musculares cardíacas especializadas 446
12.7 O sistema nervoso autônomo inerva o coração e um eletrocardiograma pode demonstrar a atividade cardíaca 448
12.8 Ajustes na frequência cardíaca e no volume sistólico regulam o débito cardíaco 450
Revisão da Seção 2 452

SEÇÃO 3 **Coordenação entre débito cardíaco e fluxo sanguíneo periférico** 453
12.9 A pressão arterial e a resistência periférica determinam o fluxo sanguíneo e afetam as trocas capilares 454
12.10 Os mecanismos de regulação cardiovascular respondem às alterações na pressão sanguínea 456
12.11 As respostas endócrinas para diminuição da pressão e redução do volume sanguíneo são muito diferentes das respostas para aumento da pressão e do volume sanguíneos 459
12.12 Os centros cardiovasculares ajustam o débito cardíaco e a distribuição sanguínea durante a atividade física 460
12.13 **MÓDULO CLÍNICO:** O ECG pode revelar arritmias cardíacas 461
Revisão da Seção 3 462

Revisão do Capítulo 12 463
Resumo com palavras-chave 463
Caminhos profissionais: Técnico em radiologia 464
Capítulo 12 – Questões de revisão 465

13 Sistema linfático e imunidade 466

SEÇÃO 1 **Anatomia do sistema linfático** 467
13.1 O fluido intersticial flui para dentro dos capilares linfáticos, formando a linfa dentro dos vasos linfáticos 468
13.2 Pequenos vasos linfáticos fundem-se para formar ductos linfáticos, que se abrem nas veias subclávias 470
13.3 Os linfócitos são os responsáveis pelas funções imunológicas do sistema linfático 472
13.4 Os linfócitos nos tecidos linfoides e os órgãos linfoides protegem o corpo contra patógenos e toxinas 474
Revisão da Seção 1 476

SEÇÃO 2 **Imunidade inespecífica** 477
13.5 As barreiras físicas e os fagócitos desempenham um importante papel nas defesas inespecíficas 478
13.6 A inflamação é uma resposta localizada do tecido à lesão; a febre é uma resposta generalizada ao dano tecidual e à infecção 480
Revisão da Seção 2 482

SEÇÃO 3 **Imunidade específica** 483
13.7 Defesas específicas são desencadeadas por exposição a fragmentos antigênicos 484
13.8 Os anticorpos são pequenas proteínas solúveis que se ligam aos antígenos específicos; podem inativar os antígenos ou desencadear outro processo de defesa 486
13.9 Os anticorpos utilizam diversos mecanismos para destruir os antígenos-alvo 488
13.10 **MÓDULO CLÍNICO:** As respostas dos anticorpos podem causar alergias e anafilaxia 489
13.11 **MÓDULO CLÍNICO:** Distúrbios imunológicos que envolvem a hiperatividade e a hipoatividade podem ser prejudiciais 490
Revisão da Seção 3 492

Revisão do Capítulo 13 493
Resumo com palavras-chave 493
Caminhos profissionais: Enfermeiro dermatológico 494
Capítulo 13 – Questões de revisão 495

14 Sistema respiratório 496

SEÇÃO 1 Anatomia funcional do sistema respiratório 497

14.1 A mucosa respiratória limpa, aquece e umidifica o ar inalado 498

14.2 A traqueia e os brônquios principais transportam o ar para e a partir dos pulmões 500

14.3 A troca gasosa ocorre nos alvéolos 502

Revisão da Seção 1 504

SEÇÃO 2 Fisiologia respiratória 505

14.4 As alterações de pressão dentro das cavidades pleurais direcionam a ventilação pulmonar 506

14.5 Os músculos respiratórios ajustam o volume corrente para atender às demandas respiratórias 508

14.6 A difusão de gás depende das concentrações relativas e das solubilidades dos gases 510

14.7 O controle respiratório envolve centros que interagem no tronco encefálico 512

14.8 **MÓDULO CLÍNICO:** As doenças respiratórias e o envelhecimento reduzem a função pulmonar; o fumo é um agravante 514

Revisão da Seção 2 516

Revisão do Capítulo 14 517

Resumo com palavras-chave 517

Caminhos profissionais: Fonoaudiólogo 518

Capítulo 14 – Questões de revisão 519

15 Sistema digestório 520

SEÇÃO 1 Organização geral do sistema digestório 521

15.1 O sistema digestório é um tubo muscular revestido por uma membrana mucosa 522

15.2 As contrações musculares lisas misturam e propulsionam os materiais através do sistema digestório 524

Revisão da Seção 1 526

SEÇÃO 2 Sistema digestório 527

15.3 A cavidade oral contém a língua, as glândulas salivares menores e os dentes, recebendo saliva das glândulas salivares 528

15.4 Os dentes nas diferentes regiões da mandíbula variam quanto ao tamanho, à forma e à função 530

15.5 As paredes musculares da faringe e do esôfago têm papel fundamental na deglutição 532

15.6 O estômago é um órgão muscular, expansível e em forma de J que possui três camadas em sua camada muscular 534

15.7 O estômago decompõe os nutrientes orgânicos presentes no alimento 536

15.8 O intestino é especializado na absorção de nutrientes 538

15.9 O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo 540

15.10 Cinco hormônios estão envolvidos na regulação das atividades digestórias 541

15.11 O intestino grosso armazena e concentra material fecal 542

15.12 Os reflexos neurais e hormônios trabalham juntos para controlar as atividades digestórias 544

Revisão da Seção 2 546

SEÇÃO 3 Órgãos digestórios acessórios 547

15.13 As secreções de três pares de glândulas salivares produzem saliva 548

15.14 O fígado, o maior órgão visceral do corpo, é dividido nos lobos esquerdo, direito, caudado e quadrado 549

15.15 A vesícula biliar armazena e concentra bile e o pâncreas tem funções endócrinas e exócrinas vitais 550

15.16 **MÓDULO CLÍNICO:** Os transtornos do sistema digestório são diversos e relativamente comuns 552

Revisão da Seção 3 554

Revisão do Capítulo 15 555

Resumo com palavras-chave 555

Caminhos profissionais: Dentista 557

Capítulo 15 – Questões de revisão 557

16 Metabolismo e bioenergética 558

SEÇÃO 1 Introdução ao metabolismo celular 559

16.1 As células obtêm a maior parte do seu ATP do sistema de transporte de elétrons, o qual está ligado ao ciclo do ácido cítrico 560

16.2 As células degradam qualquer substrato disponível proveniente da reserva de nutrientes para obter a energia da qual necessitam 562

Revisão da Seção 1 564

SEÇÃO 2 Digestão e metabolismo de nutrientes 565

16.3 Os carboidratos normalmente são os substratos preferidos para o catabolismo e a produção do ATP em condições de repouso 566

16.4 Os lipídios chegam à corrente sanguínea em quilomícrons; depois, o colesterol é extraído e liberado na forma de lipoproteínas 568

16.5 Um aminoácido desnecessário para a síntese proteica pode ser degradado ou convertido em um aminoácido diferente 570

16.6 Vitaminas e minerais são essenciais para a função de muitas vias metabólicas 572

16.7 A nutrição adequada depende da ingestão de uma dieta balanceada 574

16.8 O controle do apetite é complexo e envolve mecanismos de curto e longo prazo 576
16.9 **MÓDULO CLÍNICO:** Os transtornos metabólicos podem resultar de nutrição inadequada, problemas bioquímicos ou inanição 578
Revisão da Seção 2 580

SEÇÃO 3 **Metabolismo e uso da energia** 581
16.10 O corpo usa energia continuamente e, para manter temperatura corporal constante, deve haver equilíbrio entre produção e perda de calor 582
16.11 Os centros termorreguladores no hipotálamo ajustam a perda e o ganho de calor 584
Revisão da Seção 3 586

Revisão do Capítulo 16 587
Resumo com palavras-chave 587
Caminhos profissionais: Nutricionista 588
Capítulo 16 – Questões de revisão 589

17 Sistema urinário e os equilíbrios hidroeletrolítico e ácido-base 590

SEÇÃO 1 **Anatomia do sistema urinário** 591
17.1 Os rins são um par de órgãos retroperitoneais 592
17.2 Um néfron pode ser dividido em regiões; cada região tem funções específicas 594
17.3 Os rins são altamente vascularizados e os padrões da circulação são complexos 596
Revisão da Seção 1 598

SEÇÃO 2 **Visão global da fisiologia renal** 599
17.4 Filtração, reabsorção e secreção ocorrem em regiões específicas do néfron e do sistema coletor 600
17.5 O volume e a concentração da urina são regulados por hormônios 602
17.6 A função renal é um processo integrativo 604
17.7 **MÓDULO CLÍNICO:** A insuficiência renal é uma condição potencialmente fatal 606
Revisão da Seção 2 608

SEÇÃO 3 **Armazenamento e eliminação da urina** 609
17.8 Os ureteres, a bexiga urinária e a uretra são especializados na condução da urina 610
17.9 **MÓDULO CLÍNICO:** Os exames físicos e laboratoriais geralmente conseguem detectar os transtornos urinários 612
Revisão da Seção 3 614

SEÇÃO 4 **Equilíbrio hidroeletrolítico** 615
17.10 Há equilíbrio hidromineral quando os ganhos são iguais às perdas 616
17.11 O equilíbrio hídrico depende do equilíbrio de sódio e ambos são regulados simultaneamente 618
Revisão da Seção 4 620

SEÇÃO 5 **Equilíbrio ácido-base** 621
17.12 Os sistemas tampão se opõem às alterações potencialmente perigosas no equilíbrio ácido-base 622
17.13 Os sistemas tampão podem atrasar, mas não evitar, as flutuações do pH no FIC e no FEC 624
17.14 As respostas homeostáticas à acidose e à alcalose envolvem mecanismos respiratórios e renais, além dos sistemas tampão 626
Revisão da Seção 5 628

Revisão do Capítulo 17 629
Resumo com palavras-chave 629
Caminhos profissionais: Enfermeiro 630
Capítulo 17 – Questões de revisão 631

18 Sistema genital 632

SEÇÃO 1 **Sistema genital masculino** 633
18.1 Os túbulos seminíferos contorcidos dos testículos estão conectados ao sistema genital masculino 634
18.2 Os hormônios desempenham papel fundamental no estabelecimento e na manutenção da função sexual masculina 636
18.3 O sistema genital masculino recebe secreções de glândulas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais 637
18.4 O pênis conduz o sêmen e a urina para fora do corpo 638
18.5 **MÓDULO CLÍNICO:** As doenças da próstata e dos testículos são relativamente comuns 639
Revisão da Seção 1 640

SEÇÃO 2 **Sistema genital feminino** 641
18.6 Os ovários e o trato genital feminino localizam-se em área próxima, mas não estão diretamente conectados 642
18.7 A fase I da meiose nos ovários produz um único ovócito secundário haploide, que completa a fase II da meiose somente se ocorrer fertilização 644
18.8 As tubas uterinas estão conectadas ao útero, um órgão oco com paredes musculares espessas 646
18.9 O introito vaginal projeta-se na genitália externa 648
18.10 As glândulas mamárias alimentam o bebê após o parto 649
18.11 Os ciclos ovariano e uterino são regulados por hormônios hipotalâmicos, hipofisários e ovarianos 650
18.12 **MÓDULO CLÍNICO:** As doenças do sistema genital feminino são relativamente comuns e podem ser fatais 651
18.13 **MÓDULO CLÍNICO:** As estratégias contraceptivas variam quanto à sua eficácia e à natureza dos riscos associados 652
Revisão da Seção 2 654

Revisão do Capítulo 18 655
Resumo com palavras-chave 655
Caminhos profissionais: Bacharel em saúde pública/coletiva 656
Capítulo 18 – Questões de revisão 657

19 Desenvolvimento e herança 658

SEÇÃO 1 **Visão global do desenvolvimento** 659
19.1 A clivagem continua até o blastocisto se implantar na parede uterina 660
19.2 A gastrulação produz três camadas germinativas: ectoderma, endoderma e mesoderma 662
19.3 As membranas extraembrionárias formam a placenta que sustenta o crescimento e o desenvolvimento fetais 664
19.4 A placenta desempenha muitas funções vitais durante o desenvolvimento pré-natal 666
19.5 Os sistemas orgânicos são formados no primeiro trimestre e se tornam funcionais no segundo e no terceiro trimestres 668
19.6 A gravidez impõe estresses anatômicos e fisiológicos aos sistemas maternos 670
19.7 Muitos fatores iniciam e aceleram o trabalho de parto 672
19.8 Após o parto, o desenvolvimento exige, inicialmente, a nutrição pelos sistemas maternos 674
19.9 Na puberdade, os hormônios sexuais masculinos e femininos têm efeitos diferenciados na maioria dos sistemas orgânicos 676
Revisão da Seção 1 678

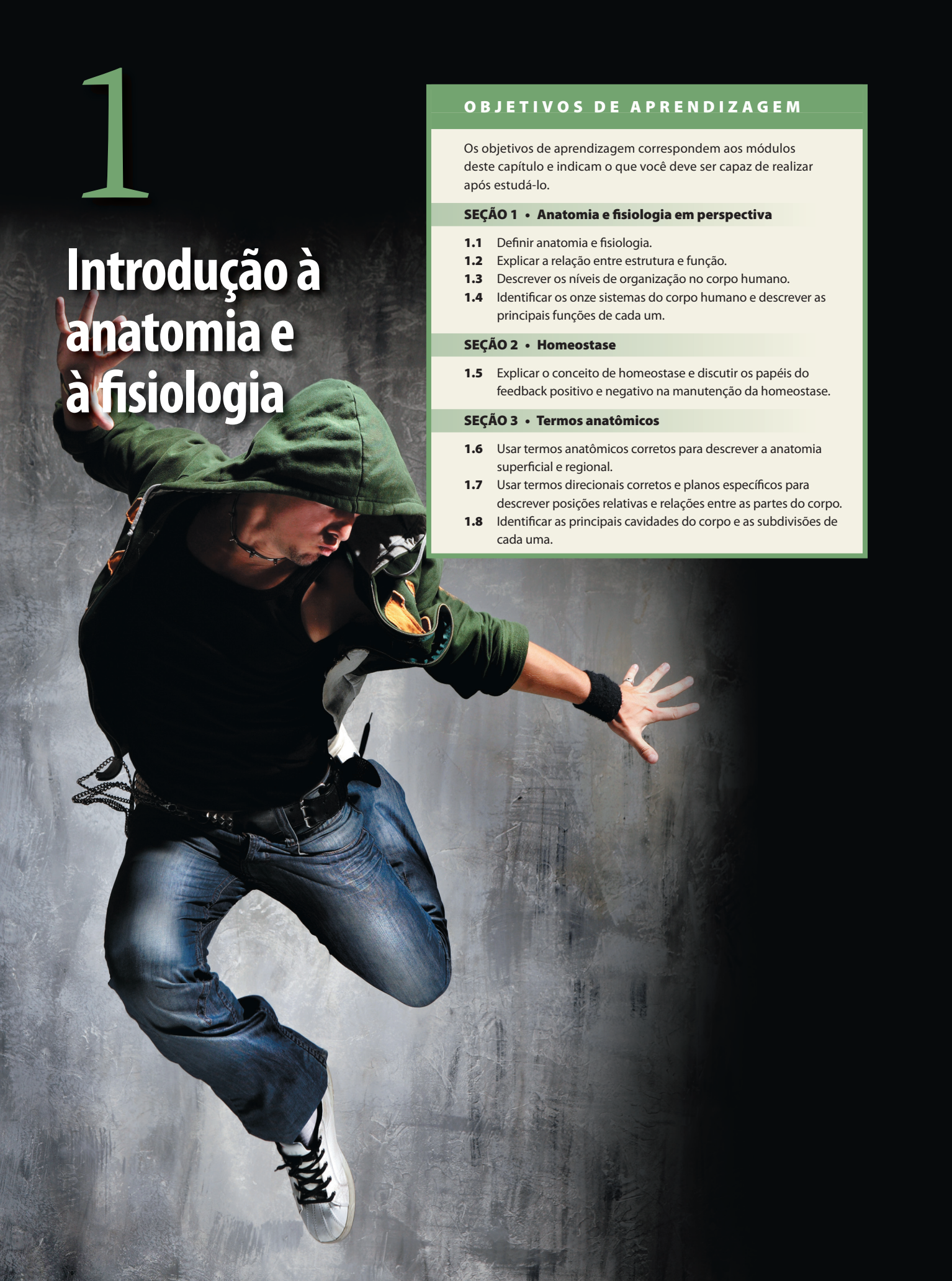
SEÇÃO 2 **Genética e herança** 679
19.10 Genes e cromossomos determinam os padrões de herança 680
19.11 **MÓDULO CLÍNICO:** Milhares de doenças estão associadas aos cromossomos e/ou aos genes anormais 682
Revisão da Seção 2 684

Revisão do Capítulo 19 685
Resumo com palavras-chave 685
Caminhos profissionais: Enfermeiro pediátrico 686
Capítulo 19 – Questões de revisão 687

Respostas 689
Glossário 721
Índice 737
Créditos 765

1

Introdução à anatomia e à fisiologia



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia e fisiologia em perspectiva

1.1 Definir anatomia e fisiologia.
1.2 Explicar a relação entre estrutura e função.
1.3 Descrever os níveis de organização no corpo humano.
1.4 Identificar os onze sistemas do corpo humano e descrever as principais funções de cada um.

SEÇÃO 2 • Homeostase

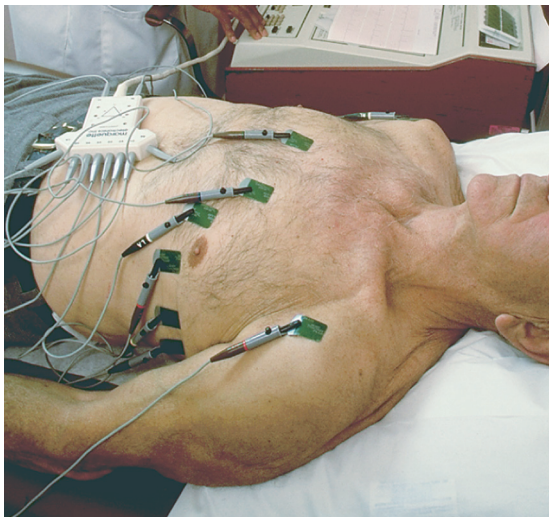
1.5 Explicar o conceito de homeostase e discutir os papéis do feedback positivo e negativo na manutenção da homeostase.

SEÇÃO 3 • Termos anatômicos

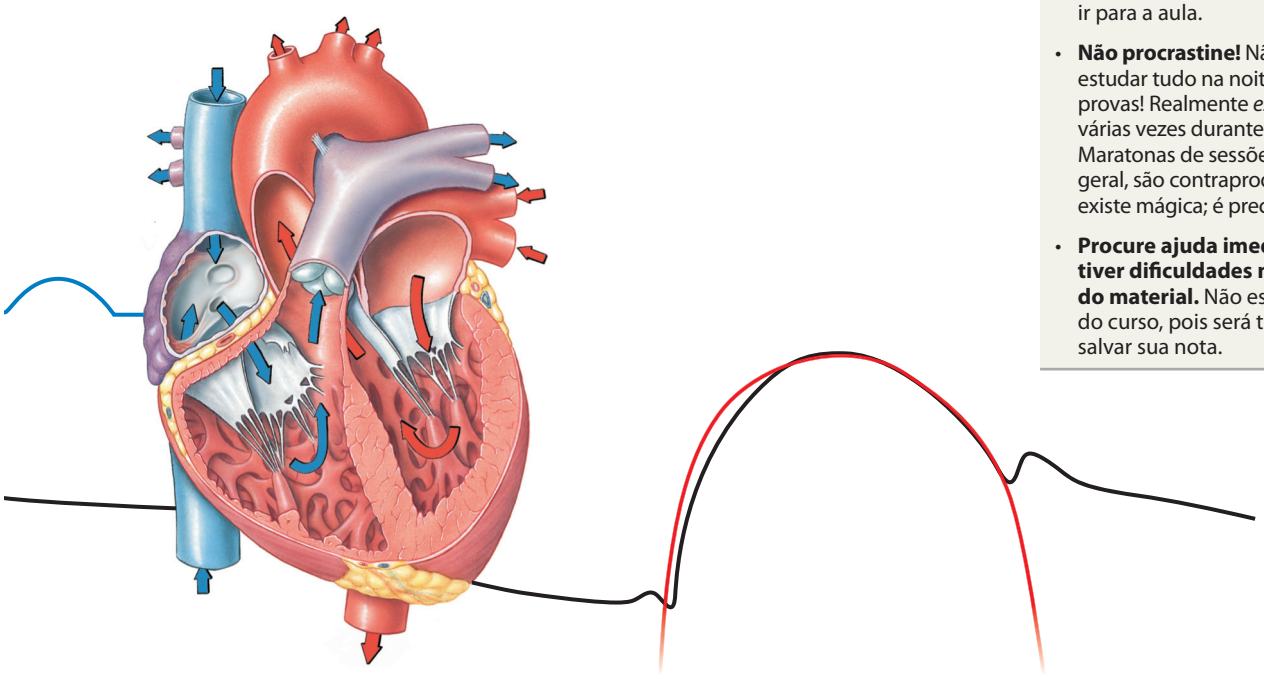
1.6 Usar termos anatômicos corretos para descrever a anatomia superficial e regional.
1.7 Usar termos direcionais corretos e planos específicos para descrever posições relativas e relações entre as partes do corpo.
1.8 Identificar as principais cavidades do corpo e as subdivisões de cada uma.

Anatomia e fisiologia em perspectiva

A anatomia e a fisiologia humanas consideram o modo como o corpo executa as funções que o mantêm vivo e alerta. Neste livro, você aprenderá muitos fatos interessantes e importantes sobre o corpo humano, sua visão de cada assunto e sua atitude em relação aos estudos serão tão importantes quanto as informações memorizadas. Podemos resumir a abordagem básica da anatomia e da fisiologia com a seguinte pergunta: "O que é determinada estrutura e como ela funciona?". A complexidade da resposta dependerá do nível de detalhamento necessário para responder a essa pergunta. Na ciência, se sabemos que algo funciona, porém não sabemos como, geralmente dizemos que temos uma "caixa-preta". Assim, quanto mais aprendemos, mais essas caixas-pretas tornam-se menores (e mais numerosas) e, quanto mais aprendemos, mais percebemos o quanto ainda não sabemos!



A partir de agora, observaremos como o corpo responde a condições normais e anormais para manter a **homeostase**, ambiente interno relativamente constante. À medida que avançarmos, você entenderá como o corpo lida com uma lesão, uma doença ou qualquer evento que ameace a homeostase.



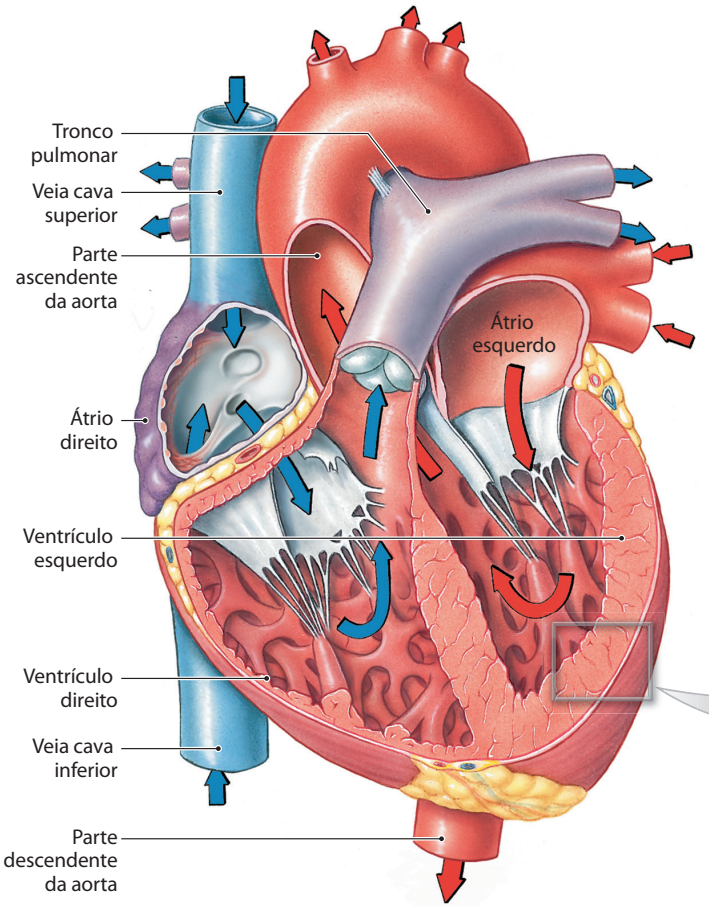
Dicas para ser bem-sucedido no seu curso de anatomia e fisiologia

- **Aborde a informação de diferentes maneiras.** Você pode, por exemplo, visualizar as informações, discuti-las e, ainda, "ensinar" um colega; pode também passar mais tempo no laboratório trocando informações com seu professor.
- **Estabeleça um horário de estudo** e cumpra-o.
- **Dedique um período diário** para o seu curso de anatomia e fisiologia.
- **Pratique a memorização.** A memorização é uma habilidade importante e parte integrante dos estudos de anatomia e fisiologia. Você deverá memorizar todos os tipos de assuntos – entre eles, nomes de músculos, termos direcionais, nomes de ossos e partes do encéfalo. Perceba que, quanto mais praticar, mais fácil será lembrar-se de termos e definições. Vamos tentar fornecer meios e dicas ao longo do livro, a fim de ajudá-lo a memorizar o que for necessário.
- **Evite atalhos.** Na verdade, infelizmente não existem atalhos no estudo da anatomia e da fisiologia. Você não atingirá o nível desejado sem dedicar o tempo necessário e fazer sua parte do trabalho. Isso requer organização ao longo de todo o curso.
- **Participe de todas as palestras, laboratórios e sessões de estudo.** Faça perguntas e participe de discussões.
- **Leia o assunto da aula e as atividades de laboratório** antes de ir para a aula.
- **Não procrastine!** Não deixe para estudar tudo na noite anterior às provas! Realmente *estude* o assunto várias vezes durante a semana. Maratonas de sessões de estudo, em geral, são contraproducentes. Não existe mágica; é preciso dedicação.
- **Procure ajuda imediatamente se tiver dificuldades na compreensão do material.** Não espere até o final do curso, pois será tarde demais para salvar sua nota.

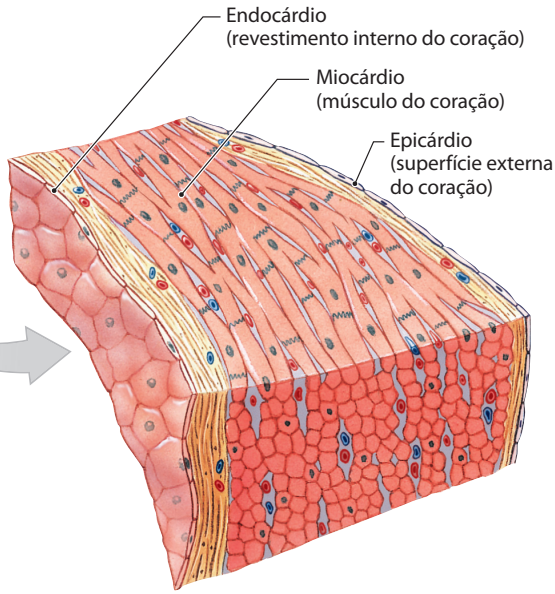
Anatomia é o estudo da forma...

Anatomia, que significa "abrir com um corte", é o estudo das estruturas internas e externas do corpo e das relações físicas entre as partes do corpo. Aqui é apresentada uma visão geral da anatomia do coração, com as paredes abertas, de maneira que é possível observar a complexidade de sua estrutura interna.

1 A **anatomia macroscópica** envolve a análise de estruturas e características relativamente grandes, geralmente visíveis a olho nu. Esta ilustração de um coração dissecado mostra sua anatomia macroscópica.



2 A **anatomia microscópica** estuda estruturas que não podem ser vistas sem ampliação e, assim, os limites da anatomia microscópica são estabelecidos pelos limites do equipamento utilizado. Com um microscópio de dissecação, você pode ver a estrutura tecidual. Com um microscópio óptico, você pode observar os detalhes básicos da estrutura celular. Com um microscópio eletrônico, você pode ver as moléculas que têm apenas alguns nanômetros (bilionésimos de um metro) de diâmetro.

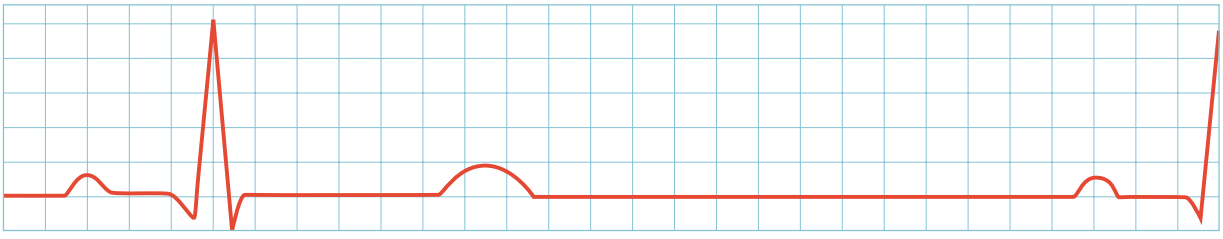


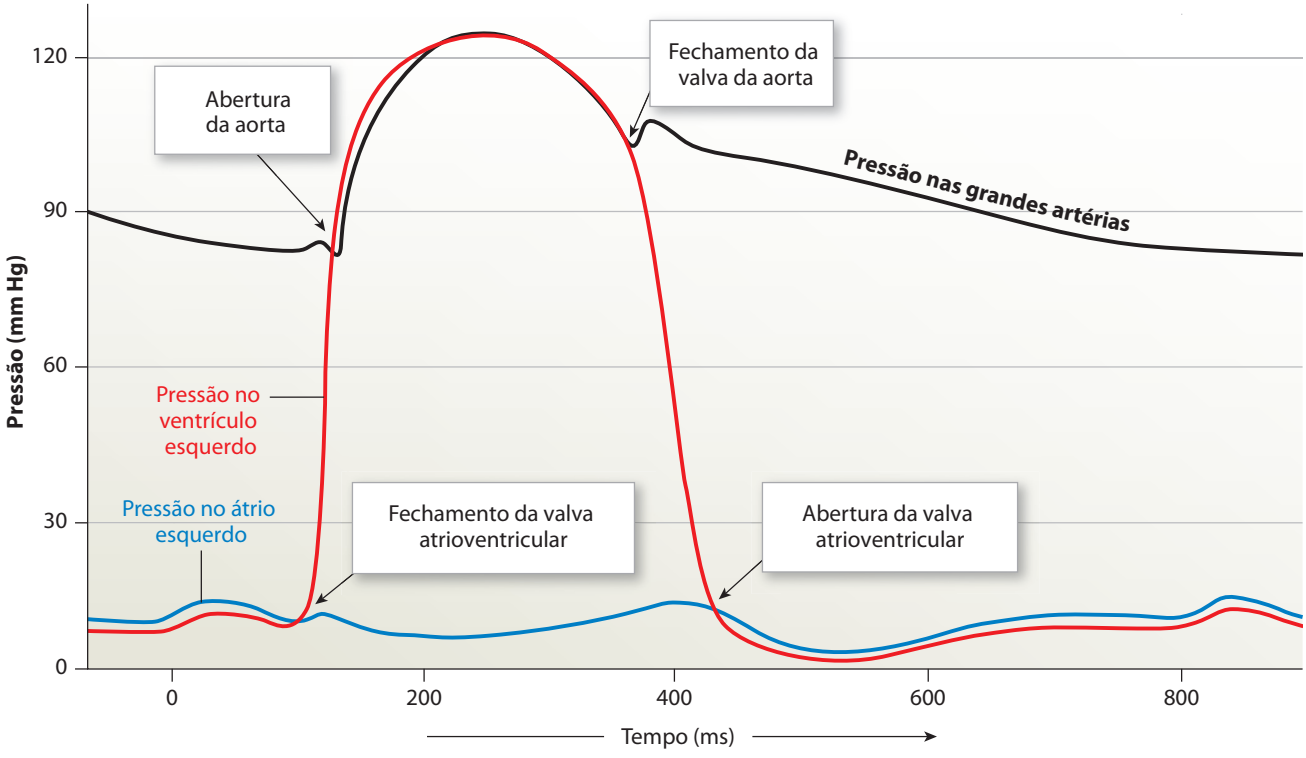
Cada função é realizada por estruturas específicas. A ligação entre estrutura e função está sempre presente, mas nem sempre é compreendida. Por exemplo, embora os cientistas tenham descrito claramente a anatomia do coração já no século XV, passaram-se quase duzentos anos para que fôssemos capazes de demonstrar sua função – o coração é uma bomba propulsora.

... e fisiologia é o estudo da função

Fisiologia é o estudo do funcionamento dos organismos. A fisiologia humana considera as funções do corpo humano. Essas funções são complexas e muito mais difíceis de serem examinadas do que a maioria das estruturas anatômicas. Um fisiologista que observa as funções do coração concentra-se em suas propriedades funcionais, tais como a frequência e a sequência dos batimentos cardíacos, e seus efeitos na pressão sanguínea nas principais artérias.

3 Os eventos elétricos que ocorrem dentro do músculo cardíaco coordenam cada batimento. Podemos detectar esses eventos elétricos monitorando eletrodos colocados na superfície do corpo. O registro desses eventos elétricos é chamado de eletrocardiograma ou ECG.





4 Enquanto o coração bate, a pressão aumenta e diminui dentro das grandes artérias e das câmaras do coração. A pressão arterial deve ser mantida dentro dos limites normais para evitar danos aos vasos sanguíneos (em caso de pressão alta ou hipertensão) ou colapso dos vasos (em caso de pressão muito baixa ou hipotensão).

Revisão do Módulo 1.1

a. Defina anatomia e fisiologia.

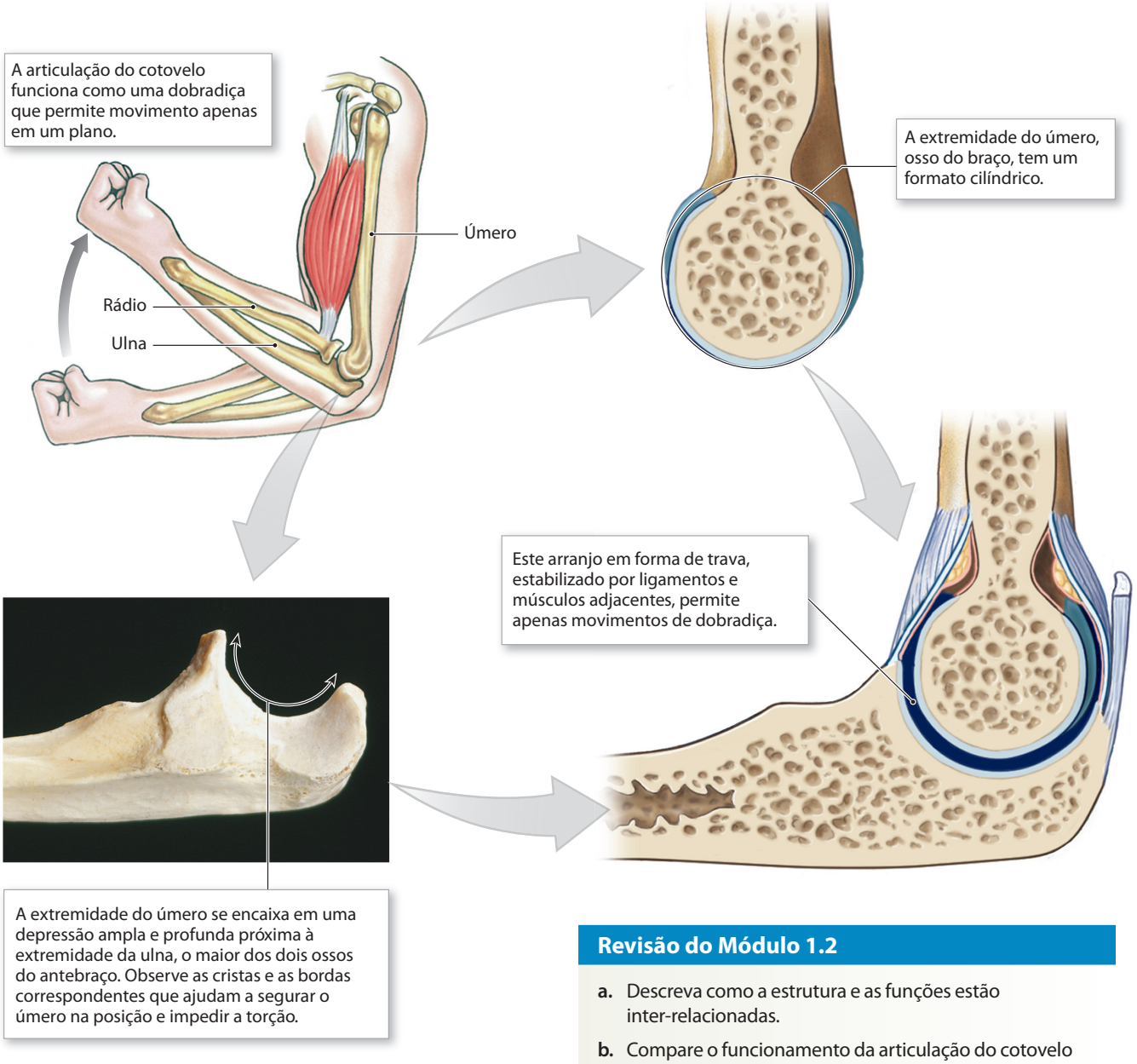
b. Quais são as diferenças entre anatomia macroscópica e anatomia microscópica?

c. Explique a relação entre anatomia e fisiologia.

A forma e a função estão inter-relacionadas

A anatomia e a fisiologia estão estreitamente inter-relacionadas tanto na teoria como na prática. Detalhes anatômicos são significativos, porque cada um exerce um efeito sobre a função. Os mecanismos fisiológicos só podem ser entendidos completamente com a compreensão das suas relações estruturais subjacentes.

1 Podemos entender essa relação no nível da anatomia macroscópica com certa facilidade. Você está plenamente consciente de que a articulação do seu cotovelo funciona como uma dobradiça, que permite que o seu antebraço se aproxime ou se afaste do seu ombro, mas não permite a torção da articulação. O que impõe esses limites funcionais é a própria estrutura anatômica da articulação.



Revisão do Módulo 1.2

a. Descreva como a estrutura e as funções estão inter-relacionadas.

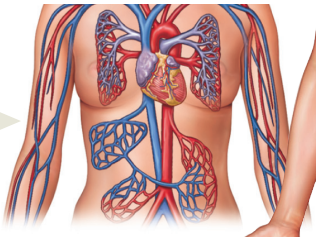
b. Compare o funcionamento da articulação do cotovelo com o de uma porta em relação à dobradiça.

c. Descreva as características estruturais que ajudam a impedir a torção na articulação do cotovelo.

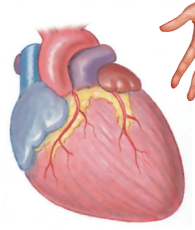
O corpo humano tem múltiplos níveis interdependentes de organização

A complexidade do corpo humano relaciona-se com seus **múltiplos níveis de organização**. Cada nível é mais complexo do que o subjacente, mas todos podem ser subdivididos em componentes celulares e químicos semelhantes.

Nível do organismo. Organismo – neste caso, humano – é a estrutura que tem o mais elevado nível de organização. Todos os sistemas de órgãos do corpo de um organismo trabalham em conjunto para manter a vida e a saúde.

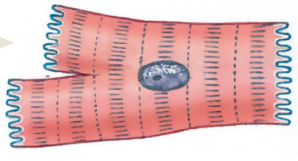


Nível do sistema. (Capítulos 4 ao 19) Os órgãos interagem nos sistemas de órgãos. Cada vez que se contrai, o coração bombeia e empurra o sangue para uma rede de vasos sanguíneos. Juntos, o sangue, o coração e os vasos sanguíneos formam o sistema circulatório, um dos 11 **sistemas de órgãos**.

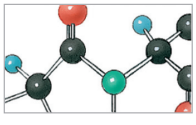


Nível do órgão. Um **órgão** é composto de dois ou mais tecidos trabalhando em conjunto para executar várias funções. Camadas de tecido muscular cardíaco, em combinação com o tecido conjuntivo (outro tipo de tecido), formam a maior parte da parede do coração, um órgão tridimensional em forma de cavidade.

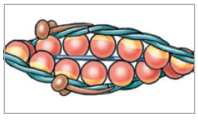
Nível do tecido. (Capítulo 4) **Tecido** é um grupo de células e produtos de células que trabalham em conjunto para executar uma ou mais funções específicas. As células do músculo cardíaco, ou células estriadas cardíacas (*cardio*, coração), formam o tecido do músculo cardíaco.



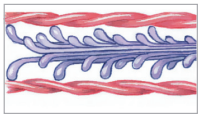
Nível celular. (Capítulo 3) As **células** são as menores unidades vivas no corpo. Suas funções dependem de **organelas**, estruturas intracelulares compostas de moléculas complexas. Cada organela tem uma função específica; por exemplo, há uma organela que fornece a energia que alimenta as contrações das células musculares do coração.



Átomos em combinação



Complexos de moléculas proteicas



Filamentos proteicos

Nível químico (ou **molecular**). (Capítulo 2) Os **átomos**, as menores unidades estáveis da matéria, podem se combinar para formar moléculas com formas complexas. As propriedades funcionais de uma molécula em particular são determinadas por sua forma tridimensional única e seus componentes atômicos.

Revisão do Módulo 1.3

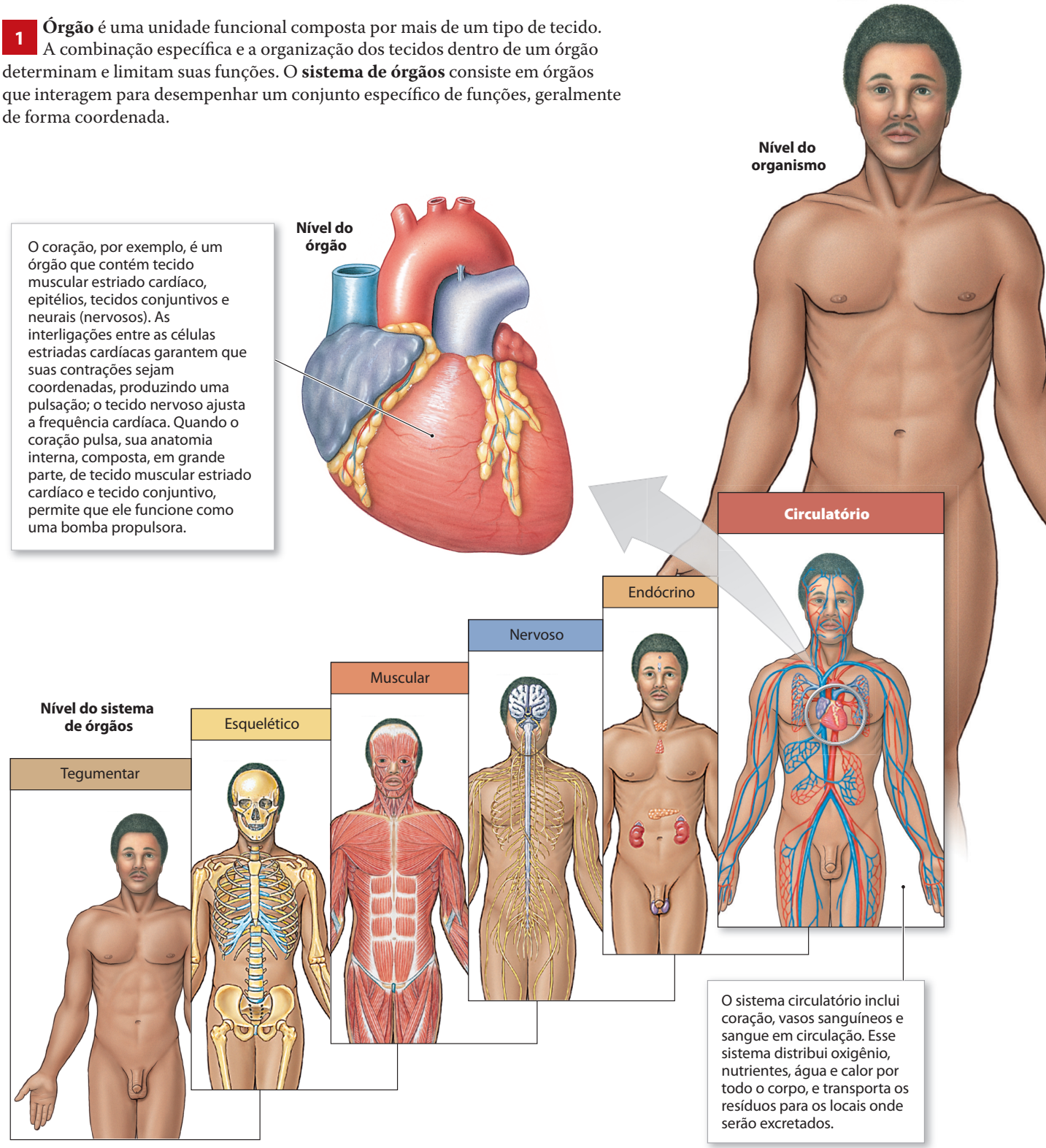
a. Defina o que é um órgão.

b. Qual o nível mais simples de organização biológica, que inclui as menores unidades vivas do corpo?

c. Cite os níveis de organização entre as células e os organismos.

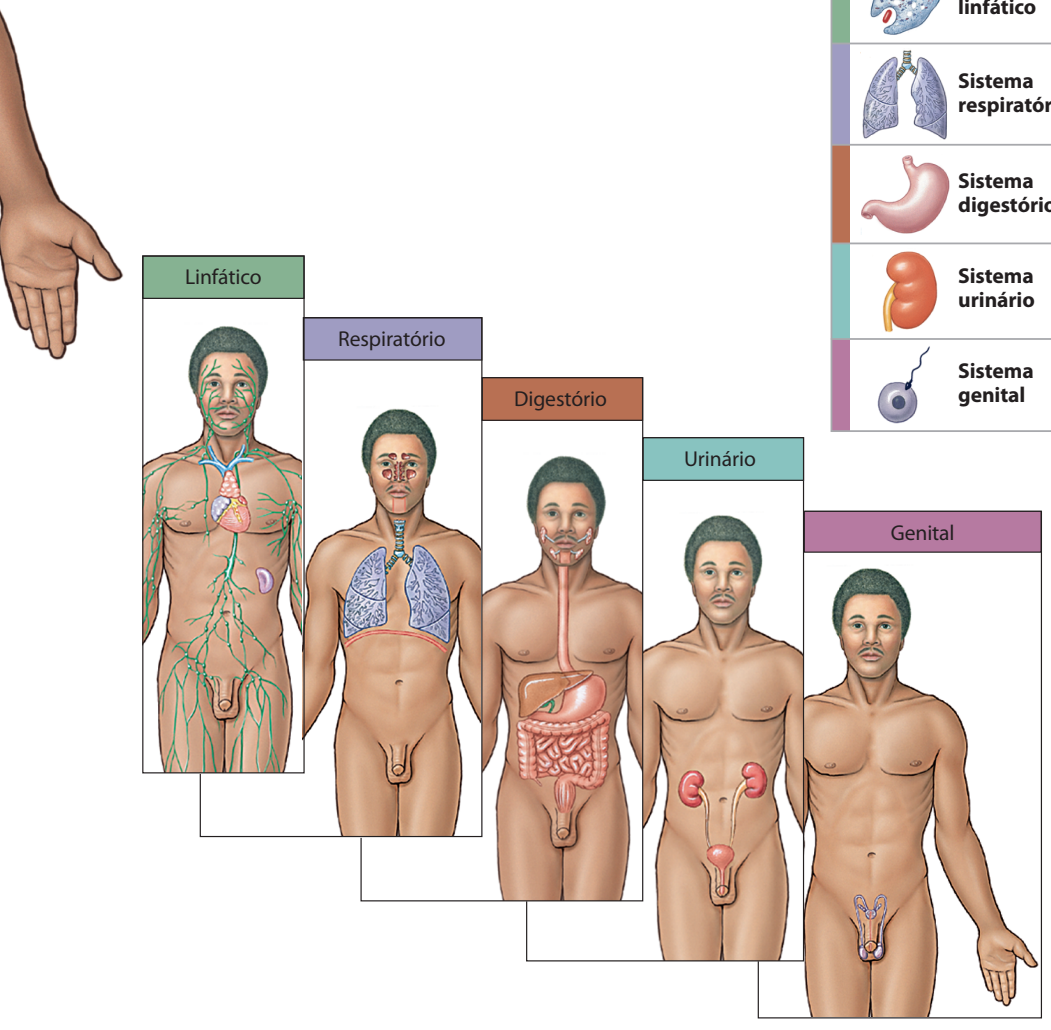
Os órgãos e sistemas de órgãos desempenham funções vitais

1 **Órgão** é uma unidade funcional composta por mais de um tipo de tecido. A combinação específica e a organização dos tecidos dentro de um órgão determinam e limitam suas funções. O **sistema de órgãos** consiste em órgãos que interagem para desempenhar um conjunto específico de funções, geralmente de forma coordenada.



2 A tabela ao lado apresenta os 11 sistemas do corpo humano. Embora essa categorização seja apenas uma forma prática de organizar a informação, o conceito de "sistemas de órgãos" separados é artificial. Nada em seu corpo funciona isoladamente – nem as células nem os tecidos ou os órgãos, tampouco os sistemas de órgãos. Os órgãos e os sistemas são interdependentes, e algo que afeta um órgão afetará o funcionamento do corpo como um todo. Por exemplo, o coração não consegue bombear sangue efetivamente após a perda abundante de sangue. Se o coração não puder bombear, o sangue não poderá fluir, o oxigênio e os nutrientes não poderão ser distribuídos. Rapidamente, o tecido muscular cardíaco entrará em colapso à medida que as células começam a morrer por falta de oxigênio e nutrientes. Essas alterações não afetarão apenas o sistema circulatório: todas as células, tecidos e órgãos do corpo serão danificados, com resultados potencialmente fatais.

Sistemas de órgãos	Funções principais
Sistema tegumentar	Protege o corpo dos riscos do ambiente; controla a temperatura corporal
Sistema esquelético	Suporta e protege os tecidos moles; armazena os minerais; forma as células sanguíneas
Sistema muscular	Movimenta e sustenta o corpo; produz calor
Sistema nervoso	Dirige respostas imediatas a estímulos, geralmente coordenando as atividades de outros sistemas
Sistema endócrino	Coordena mudanças de longo prazo nas atividades de outros sistemas
Sistema circulatório	Transporta internamente células e materiais dissolvidos, incluindo nutrientes, resíduos e gases
Sistema linfático	Protege contra infecções e doenças
Sistema respiratório	Transporta ar para locais onde podem ocorrer trocas gasosas entre o ar e o sangue em circulação
Sistema digestório	Processa os alimentos e absorve os nutrientes orgânicos, minerais, vitaminas e água
Sistema urinário	Elimina o excesso de água, sais e resíduos; controla o pH
Sistema genital	Produz células sexuais e hormônios



Revisão do Módulo 1.4

a. Liste os 11 principais sistemas de órgãos do corpo.

b. Explique a relação entre o sistema esquelético e o sistema digestório.

c. Usando a tabela acima como referência, descreva como uma fratura exposta (cujo osso se projeta para fora da pele) poderia afetar pelo menos seis dos seus sistemas de órgãos.

1. Resposta objetiva

Aprender anatomia e fisiologia exige esforço – não existem atalhos. Descreva oito dicas de estudo que você pode usar para dominar a aula de hoje.

a _____

b _____

c _____

d _____

e _____

f _____

g _____

h _____

2. Atividade de associação

Escreva na coluna correta cada um dos seguintes termos:

- Átrio direito
- Miocárdio
- Abertura da valva da aorta
- Ventrículo esquerdo
- Fechamento da valva entre o átrio e o ventrículo esquerdos
- Pressão no átrio esquerdo
- Eletrocardiograma
- Endocárdio
- Veia cava superior
- Ulna
- Movimento do antebraço em direção ao ombro

Anatomia	Fisiologia
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. Atividade de associação

Ordene os seis níveis de organização do corpo humano do menor (a) para o maior (f):

_____ tecido _____ célula _____ órgão _____ molécula _____ organismo _____ sistema de órgãos

4. Resposta objetiva

Resuma as principais funções de cada um dos seguintes sistemas de órgãos.

a Sistema esquelético _____

b Sistema digestório _____

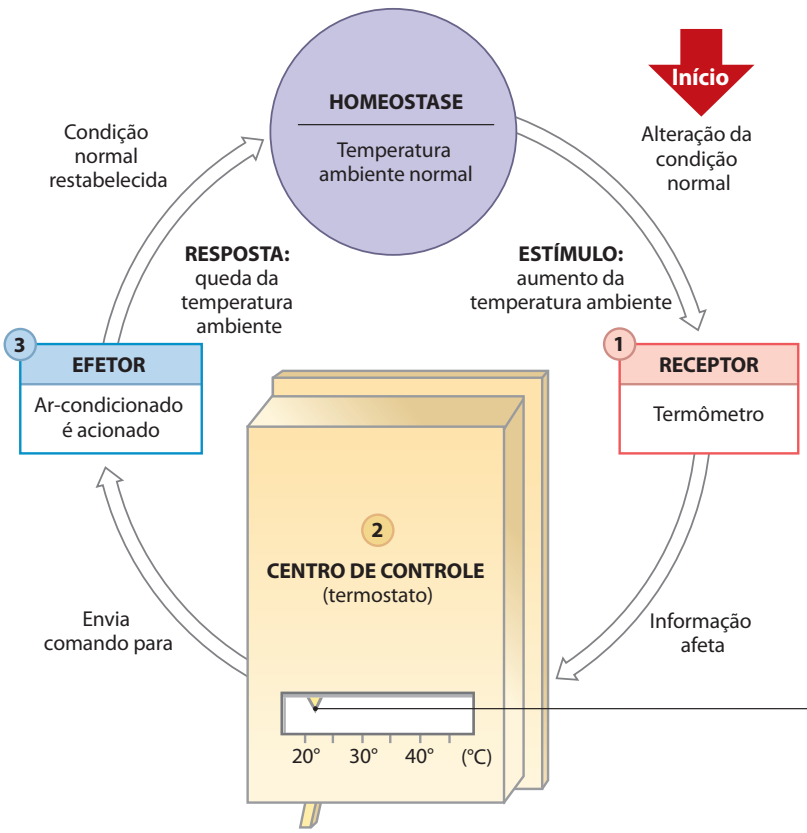
c Sistema tegumentar _____

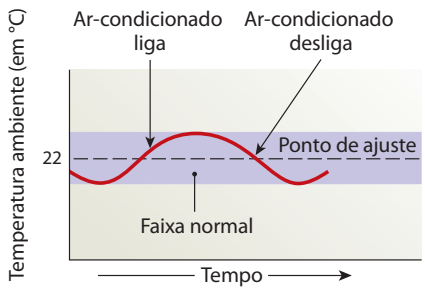
d Sistema urinário _____

e Sistema nervoso _____

Homeostase

Homeostase (*homeo*, constante + *estase*, parado) é a presença de um ambiente estável na parte interna do corpo. A manutenção da homeostase é absolutamente vital para a sobrevivência do organismo; a falha na manutenção da homeostase leva o corpo, em pouco tempo, à doença ou até mesmo à morte. O princípio da homeostase é o tema central deste texto e o fundamento de toda a fisiologia moderna. A **regulação homeostática** é o ajuste dos sistemas fisiológicos para preservar a homeostase em ambientes que são, muitas vezes, inconsistentes, imprevisíveis e potencialmente hostis para o organismo. A compreensão da regulação homeostática é fundamental para prever, precisamente, as respostas do organismo em condições normais e anômalas.





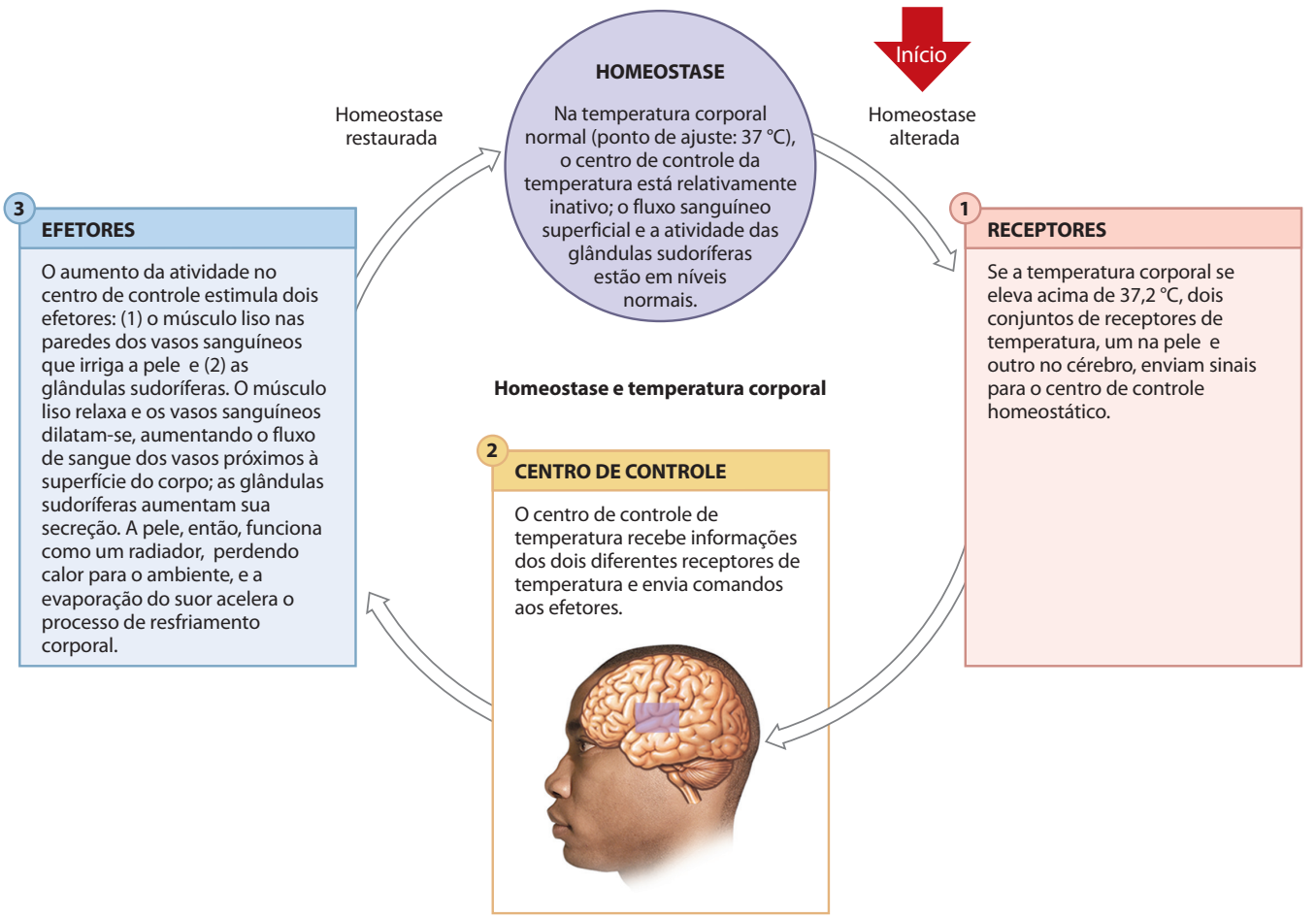
2 O controle homeostático não é preciso – já que mantém um intervalo normal, e não um valor absoluto. O mesmo acontece no controle da temperatura ambiente – o termostato deve ser posicionado na parede de um recinto e o ar circulará em várias direções. Depois de algum tempo, a temperatura oscilará em torno do ponto de ajuste.

O controle de um termostato estabelece o **ponto de ajuste**, ou o valor desejado, que nesse caso é a temperatura selecionada. (No nosso exemplo, o ponto de ajuste é 22 °C.) A função do termostato é manter a temperatura ambiente dentro dos limites aceitáveis, geralmente mais ou menos um grau do ponto de ajuste.

1 A manutenção de uma temperatura relativamente constante no ambiente em que se vive é um exemplo comum de homeostase. Como todos os mecanismos de homeostase, ela consiste em (1) **receptor** ou sensor – neste caso, um termômetro –, que é sensível a um estímulo ou a uma alteração ambiental específica; (2) **centro de controle** ou de integração – neste caso, um termostato –, que recebe e processa a informação fornecida pelo receptor, e que envia comandos; e (3) **efetor** – neste caso, um aparelho de ar-condicionado –, que responde aos comandos opondo-se ao estímulo. O resultado é que qualquer variação fora dos limites normais desencadeia uma resposta que restabelece as condições normais.

O feedback negativo proporciona estabilidade...

O **feedback** acontece quando a estimulação do efetor desencadeia uma resposta que muda o ambiente do receptor. No caso do controle da temperatura por um termostato, a variação da temperatura fora do intervalo desejado desencadeia uma resposta automática que corrige a situação. Esse método de regulação homeostático é chamado de **feedback negativo** porque um efetor ativado pelo centro de controle se opõe ou reage contra o estímulo inicial. O feedback negativo tende, assim, a minimizar as alterações, mantendo a variação nos sistemas corporais principais dentro dos limites compatíveis com a sobrevivência.

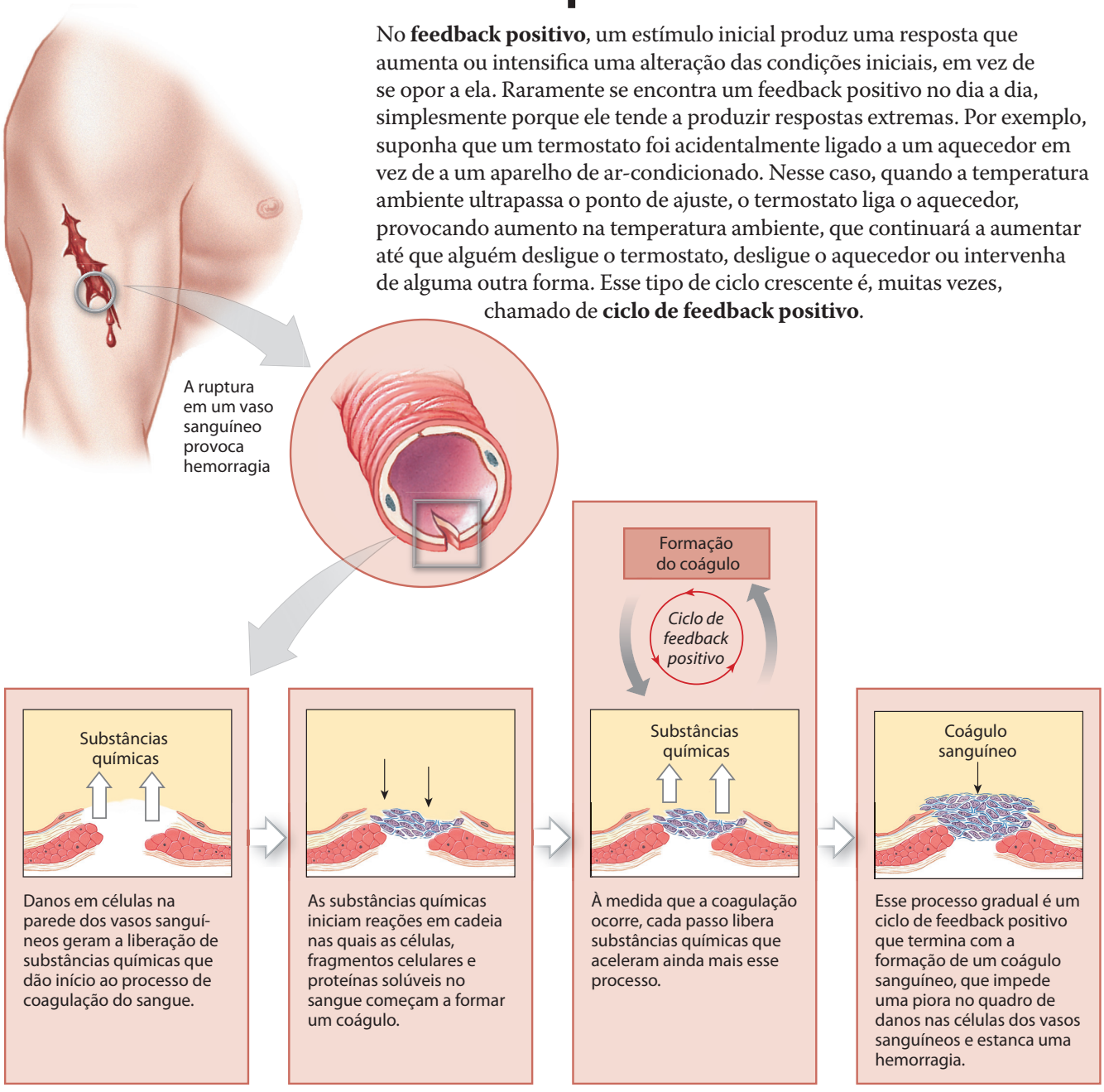


Homeostase e temperatura corporal

1 O feedback negativo é o principal mecanismo de regulação homeostática e proporciona controle de longo prazo sobre os sistemas e as condições internas do corpo. Os mecanismos de homeostase, que utilizam feedback negativo, normalmente ignoram pequenas variações e mantêm uma faixa de normalidade, e não um valor fixo. O próprio processo de regulação é dinâmico porque o ponto de ajuste pode variar, dependendo do nível de atividade e do ambiente. Por exemplo, durante o sono, o ponto de ajuste de termorregulação é mais baixo; enquanto, durante o trabalho em um dia quente (ou quando se está com febre), ele é mais alto. Assim, a temperatura corporal pode variar a cada momento ou a cada dia, para qualquer pessoa, em razão de (1) pequenas oscilações em torno do ponto de ajuste ou (2) mudanças no ponto de ajuste. Variações semelhantes ocorrem em todos os outros mecanismos fisiológicos.

... enquanto o feedback positivo acelera a conclusão de um processo

No **feedback positivo**, um estímulo inicial produz uma resposta que aumenta ou intensifica uma alteração das condições iniciais, em vez de se opor a ela. Raramente se encontra um feedback positivo no dia a dia, simplesmente porque ele tende a produzir respostas extremas. Por exemplo, suponha que um termostato foi acidentalmente ligado a um aquecedor em vez de a um aparelho de ar-condicionado. Nesse caso, quando a temperatura ambiente ultrapassa o ponto de ajuste, o termostato liga o aquecedor, provocando aumento na temperatura ambiente, que continuará a aumentar até que alguém desligue o termostato, desligue o aquecedor ou intervenha de alguma outra forma. Esse tipo de ciclo crescente é, muitas vezes, chamado de **ciclo de feedback positivo**.



2 No corpo humano, os ciclos de feedback positivos ocorrem geralmente quando um processo potencialmente perigoso ou estressante deve ser concluído rapidamente antes que a homeostase possa ser restaurada. Por exemplo, o perigo imediato de um corte grave é a perda de sangue, que pode reduzir a pressão arterial e reduzir a eficiência do coração.

Revisão do Módulo 1.5

a. Identifique os componentes da regulação homeostática.

b. Explique a função dos sistemas de feedback negativo.

c. Por que o feedback positivo é útil na coagulação sanguínea, mas impróprio na regulação da temperatura corporal?

1. Vocabulário

Escreva no espaço em branco o termo correto para cada uma das seguintes descrições:

a _____ Mecanismo que aumenta a alteração das condições normais, após um estímulo inicial

b _____ Ajuste de sistemas fisiológicos para preservar a homeostase

c _____ Manutenção de um ambiente interno relativamente constante

d _____ Regulação da concentração de hormônios em circulação no sangue

e _____ Mecanismo de correção que se opõe ou interrompe uma variação de limites normais

2. Atividade de associação

Indique se cada uma das seguintes ocorrências combina com os processos de feedback negativo ou positivo.

a O aumento no nível de cálcio dissolvido no sangue estimula a liberação de um hormônio, que faz com que as células ósseas absorvam o cálcio do sangue e o depositem no osso. _____

b As contrações tornam-se muito mais intensas e fortes durante o trabalho de parto. _____

c O aumento da pressão sanguínea provoca uma resposta do sistema nervoso, que resulta na redução da pressão arterial. _____

d Células de vasos sanguíneos rompidos ou lesionados liberam substâncias químicas que aceleram o processo de coagulação do sangue. _____

3. Resposta objetiva

Considerando uma faixa de temperatura normal do corpo de 36,7 °C-37,2 °C, identifique no gráfico a seguir o que aconteceria se a temperatura corporal aumentasse ou diminuísse além dos limites normais. Use a lista de termos descritivos para explicar a sequência de eventos que aconteceria em (a) e (b) no gráfico.

- A superfície do corpo resfria
- Ocorrência de tremores
- Aumento da sudorese
- Queda de temperatura
- O calor do corpo é conservado
- Aumento do fluxo de sangue para a pele
- Diminuição do fluxo de sangue para a pele
- Aumento da temperatura

a _____

_____

_____

_____

b _____

_____

_____

_____

4. Integração de seções

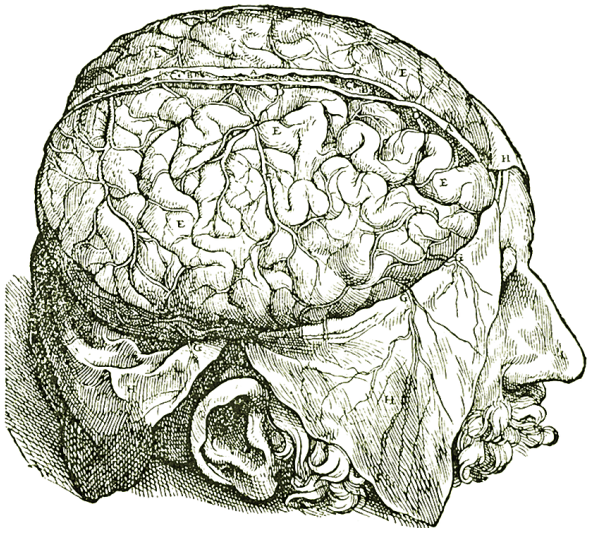
Está um dia quente, mas você sente um pouco de frio. Você verifica que a temperatura do seu corpo está 1,5 grau abaixo do normal. Sugira algumas possíveis razões para essa situação.

_____

_____

Termos anatômicos

Os primeiros anatomistas criaram mapas do corpo humano, que servem para nossa orientação. Referências anatômicas são estruturas importantes. Distâncias são medidas em centímetros ou polegadas; e fazemos uso de termos direcionais especializados. Na realidade, a anatomia usa uma linguagem especial que deve ser aprendida de antemão. Muitos termos são baseados em palavras do latim ou grego, utilizadas pelos antigos anatomistas. Contudo, termos em latim e grego não são os únicos que, através dos séculos, foram utilizados no vocabulário anatômico, e continuam a se expandir. Muitas estruturas anatômicas e condições clínicas foram inicialmente denominadas com o nome de seu descobridor, ou, no caso de doenças, com o nome da mais famosa vítima. A maioria desses nomes comemorativos, ou epônimos, foi substituída por termos mais precisos, mas alguns persistem. A tabela abaixo resume as principais raízes de palavras e derivados que ajudam a compreender os novos termos científicos, à medida que você os encontrar ao longo do livro.

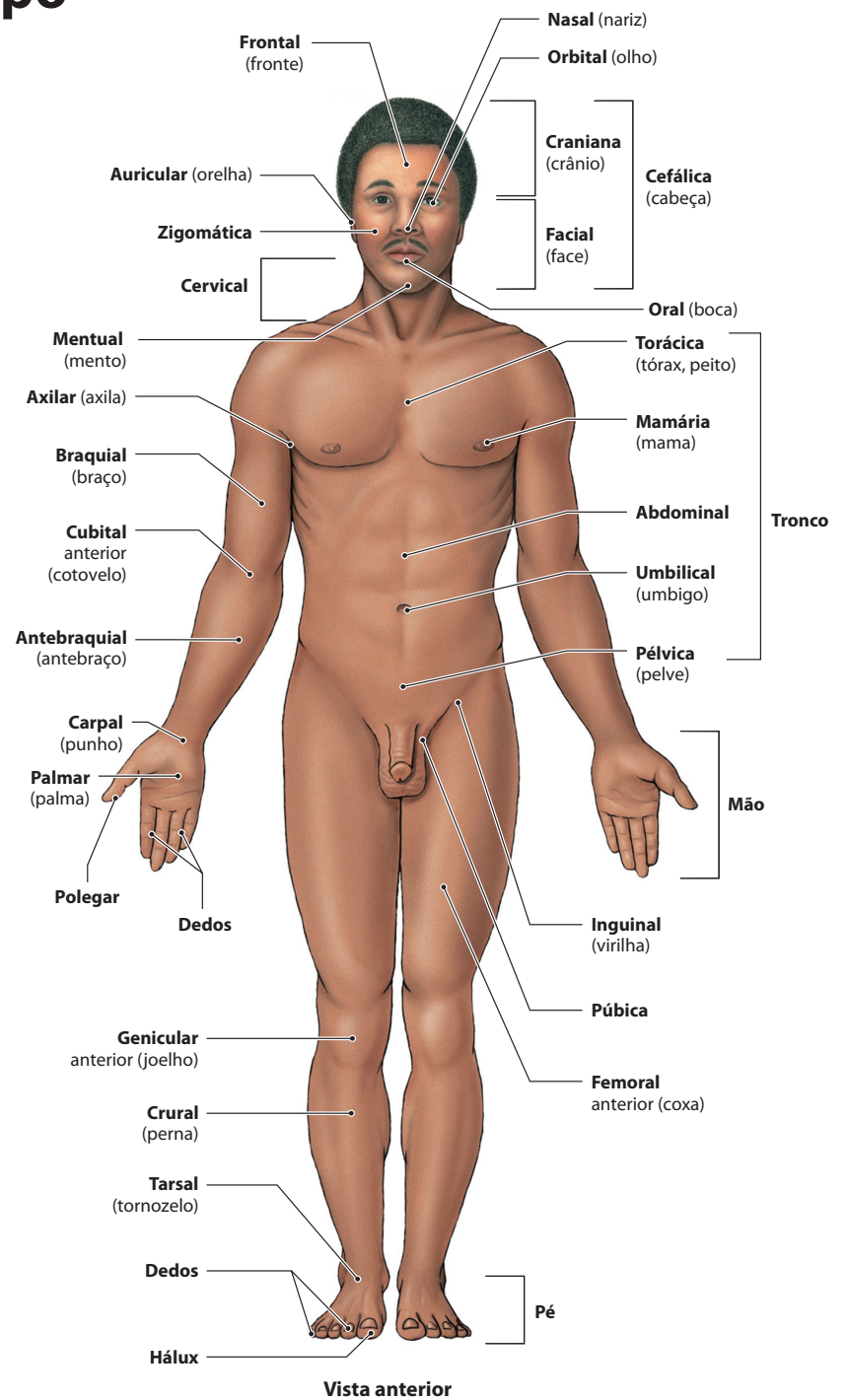


Raízes de palavras, prefixos, sufixos e formas combinadas importantes na anatomia

aer-, *aeros,* ar: metabolismo aeróbico	**ep(i)-**, *epi*, sobre: epimísio	**ost(e/o)-**, *osteon*, osso: periosteal, ostealgia, osteócito
arteri(o), *arteria,* artéria: arterial	**hemi-**, *hemi,* metade: hemisfério	**oto(i/o)-**, *otikos*, ouvido: otólito
artro-, *arthros,* articulação: artroscopia	**hem(o)-**, *haima*, sangue: hematopoiese	**peri-**, *peri,* ao redor de: perineuro
bio-, *bios,* vida: biologia	**hist(o)-**, *histos,* tecido: histologia	**fago-**, *phago,* digerir: fagocitose
-blasto, *blastos,* germe: osteoblasto	**hiper-**, *hyper,* acima, superior: hiperpolarização	**fot(o)-**, *phos,* luz: fotofobia, fotorreceptor
bronc(o)-, *bronchus,* traqueia, vias aéreas: brônquica	**hip(o)-**, *hypo,* abaixo, inferior: hipotireoide	**fisio-**, *physis,* natureza: fisiologia
cardi(o)-, **cárdia-**, **-cardia**, *kardia,* coração: cardíaco, cardiopulmonar	**inter-**, *inter,* entre: interventricular	**pre-**, *prae,* antes: pré-capilar
cerebr-, *cerebrum,* cérebro: hemisférios cerebrais	**is(o)-**, *isos,* igual: isotônico	**pulmo(n)-**, *pulmo,* pulmão: pulmonar
cervic(o)-, *cervicis,* pescoço: vértebras cervicais	**leuc(o)-**, *leukos,* branco: leucemia, leucócito	**retro-**, *retro,* para trás: retroperitônio
condri(o)-, *khondríos,* cartilagem: condrócito	**lis(o)-**, **-lise**, *lysis,* um afrouxamento, desagregação: hidrólise	**sarco-**, *sarkos*, muscular: sarcômero
crani(o)-, *cranium,* crânio: craniossacral	**mi(o)-**, *mys,* músculo: miofilamento	**scler-**, **sclero-**, *skleros,* rígido: esclera, esclerose
cit(o)-, *kytos*, uma célula oca: citologia, citocina	**nefr(o)-**, *nephros,* rim: néfrons	**sub-**, *sub,* abaixo: subcutâneo
derma-, *derma,* pele: dermátomo	**neur(o)-**, *neuron,* nervo: neural, neurilema, neuromuscular	**super-**, *super,* acima ou além: superficial
end(o)-, *endon,* dentro: endergônico, endométrio	**-logia**, *logos,* o estudo de: fisiologia	**vas(o)-**, *vas,* vaso: vascular

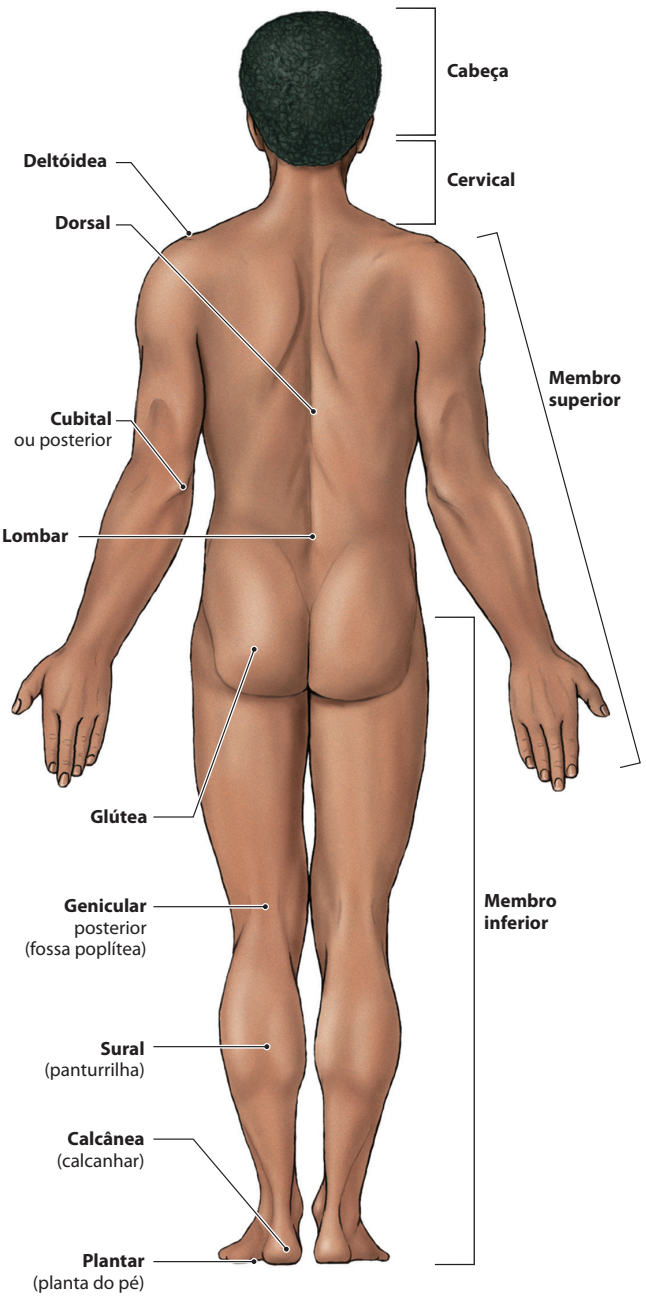
A anatomia de superfície e a anatomia topográfica indicam localizações de estruturas superficiais ou profundas no corpo

1 Esta figura mostra estruturas e regiões do corpo na **posição anatômica**. Nessa posição, as mãos estão colocadas lateralmente com as palmas voltadas para a frente e os pés estão juntos. Salvo disposição em contrário, todas as descrições neste texto consideram o corpo em posição anatômica. Uma pessoa deitada na posição anatômica estará na posição de **supinação** quando a face estiver voltada para cima e estará na posição de **pronação** quando a face estiver voltada para baixo. Os termos anatômicos estão em negrito e os termos usuais, sem negrito.



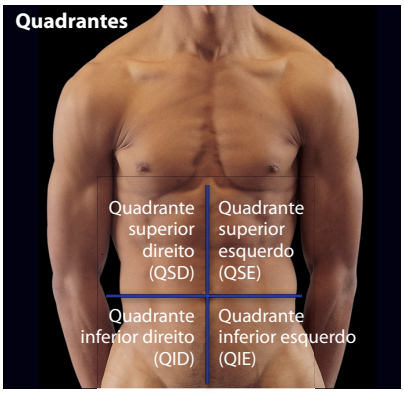
Vista anterior

Nota do RT: a região da cabeça é subdividida em regiões: frontal, parietal, occipital, temporal, auricular, mastoide e facial (orbital, infraorbital, da bochecha, paratideomassetérica, zigomática, oral, nasal, mentual).

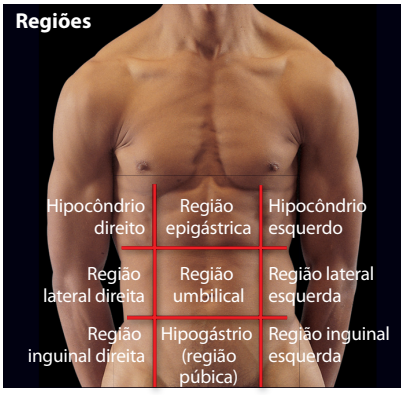


Vista posterior

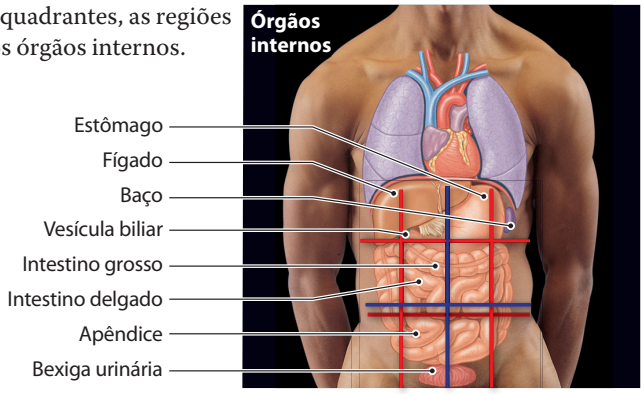
2 Os clínicos utilizam como referência quatro **quadrantes abdominopélvicos** formados por um par de linhas perpendiculares imaginárias que se cruzam no umbigo. Esse método simples fornece referências úteis na descrição de dores e lesões. A localização pode ajudar os médicos na determinação da possível causa.



3 Os anatomistas preferem termos mais precisos para descrever a localização e a orientação dos órgãos internos e reconhecem nove **regiões abdominopélvicas**.



4 A imagem mostra as relações entre os quadrantes, as regiões e os órgãos internos.



Revisão do Módulo 1.6

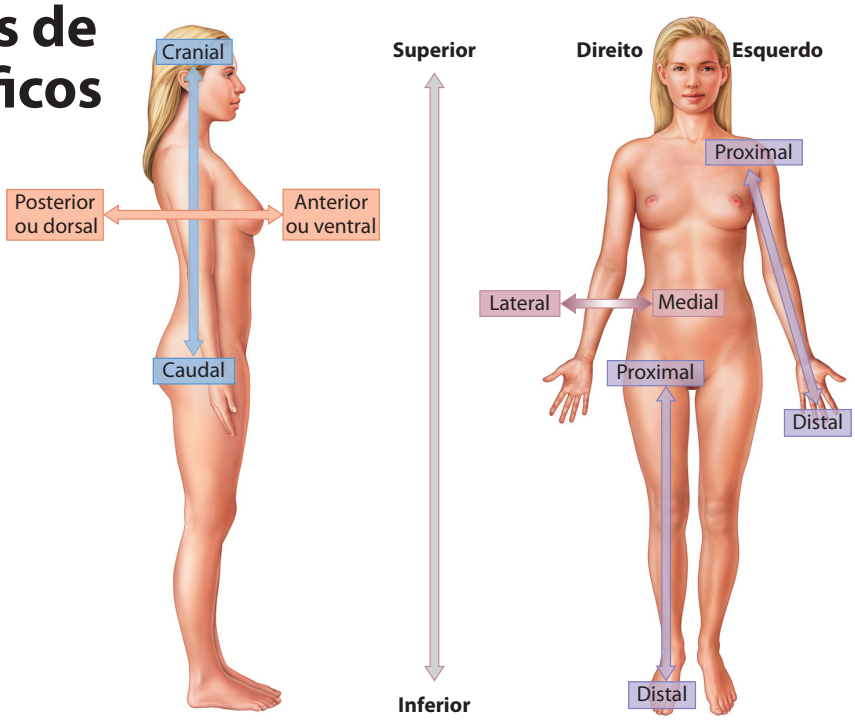
a. Descreva uma pessoa na posição anatômica.

b. Compare as descrições usadas por clínicos e anatomistas quando se referem às posições de lesões ou aos órgãos internos do abdome e da pelve.

c. Um massagista geralmente inicia uma massagem solicitando ao paciente que se deite de bruços deixando os braços nas laterais do corpo. Qual termo anatômico descreve essa posição?

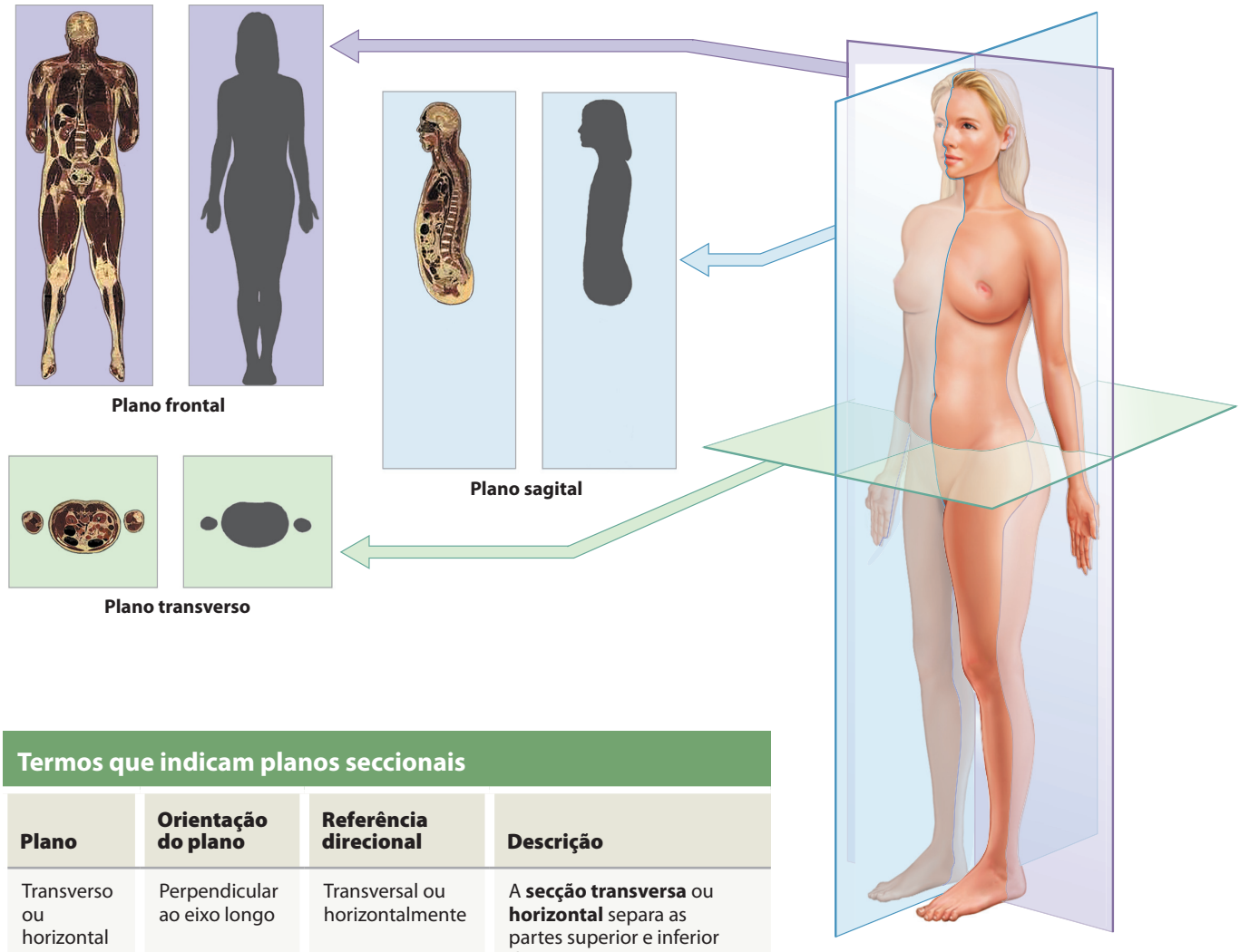
Os termos direcionais e seccionais descrevem pontos de referência específicos

1 A figura e a tabela nesta página introduzem os principais termos direcionais e mostram exemplos da sua utilização. Há muitos termos diferentes e alguns podem ser usados como sinônimos. Ao aprendê-los, é importante lembrar que todas as direções anatômicas utilizam a posição anatômica como padrão de referência.



Termos direcionais

Termo	Região ou referência	Exemplo
Anterior ou **ventral**	Superfície frontal do corpo humano	O umbigo está na superfície *anterior* do tronco.
Posterior ou **dorsal**	Superfície posterior do corpo humano	O ombro é *posterior* em relação à superfície *anterior* do tórax.
Cranial ou **cefálico**	Cabeça	A margem *cranial* ou *cefálica* da pelve é aquela voltada em direção à cabeça (não em direção à coxa).
Superior	Acima; em um nível mais alto (no corpo humano, em direção à cabeça)	No ser humano, a margem cranial da pelve é *superior* em relação à coxa.
Caudal	Parte traseira (cóccix no ser humano)	Os quadris estão em posição *caudal* em relação à cintura.
Inferior	Abaixo; em um nível inferior	Os joelhos estão em posição *inferior* em relação aos quadris.
Medial	Em direção ao eixo longitudinal do corpo; em direção ao plano sagital mediano	As superfícies *mediais* das coxas podem estar em contato; ao movimentar medialmente o braço sobre a superfície do peito, atinge-se o esterno.
Lateral	Distante do eixo longitudinal do corpo; distante do plano sagital mediano	O fêmur (osso da coxa) articula-se com a superfície *lateral* da pelve, o osso do quadril; a partir do nariz, percorrendo a direção lateral, encontram-se as bochechas.
Proximal	Em direção a uma base fixa	A coxa é *proximal* ao pé; percorrendo o olhar em sentido proximal a partir do punho, encontra-se o cotovelo.
Distal	Distante de uma base fixa	Os dedos da mão estão em posição *distal* ao punho; percorrendo o olhar ao longo do membro superior em sentido distal a partir do cotovelo, atinge-se o punho.
Superficial	Na superfície ou mais próximo à superfície do corpo	A pele é *superficial* em relação às estruturas subjacentes.
Profundo	Distante da superfície do corpo	O fêmur (osso da coxa) é *profundo* em relação aos músculos esqueléticos da coxa.



Termos que indicam planos seccionais

Plano	Orientação do plano	Referência direcional	Descrição
Transverso ou horizontal	Perpendicular ao eixo longo	Transversal ou horizontalmente	A **secção transversa** ou **horizontal** separa as partes superior e inferior do corpo. Um corte neste plano é chamado de **secção transversal**.
Sagital	Paralelo ao eixo longo	Sagitalmente	A **secção sagital** separa as partes direita e esquerda. Você examina uma secção sagital, mas corta sagitalmente.
Sagital mediano	Paralelo ao eixo longo	Sagitalmente	Em uma secção de corte **mediano** ou **sagital**, o plano passa pela linha média, dividindo o corpo em metades direita e esquerda.
Parassagital	Paralelo ao eixo longo	Sagitalmente	A **secção parassagital**, que é um corte paralelo ao plano sagital mediano, separa o corpo em partes direita e esquerda, de tamanhos desiguais.
Frontal ou coronal	Paralelo ao eixo longo	Frontal ou coronalmente	A **secção frontal** ou **coronal** separa as partes anterior e posterior do corpo; o termo *coronal* geralmente se refere a secções que passam pelo crânio.

2 Uma apresentação na vista seccional é, às vezes, a única maneira de ilustrar as relações entre as partes de um objeto tridimensional. O desenvolvimento de técnicas de imagens médicas tornou ainda mais importante compreender os planos seccionais e os termos relacionados.

Revisão do Módulo 1.7

a. Qual é o propósito dos termos que definem direções e planos de secção?

b. Considerando a posição anatômica, descreva a vista anterior e a posterior de uma estrutura.

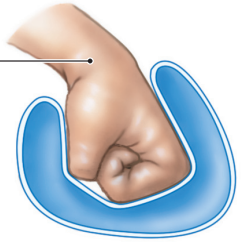
c. Que tipo de secção deve ser realizada para separar os dois olhos?

As cavidades do corpo protegem os órgãos internos e permitem que eles mudem de forma

O interior do corpo pode ser subdividido em regiões estabelecidas pela parede do corpo. Por exemplo, todas as estruturas contidas na profundidade da parede do peito são consideradas como estando dentro da **cavidade torácica** e todas as estruturas profundas às paredes abdominais e pélvicas são consideradas como estando dentro da **cavidade abdominopélvica**. Muitos órgãos vitais dentro dessas regiões estão suspensos dentro de câmaras cheias de fluido, que são chamadas de **cavidades corporais**. As cavidades corporais têm duas funções essenciais: (1) proteger órgãos delicados contra choques e impactos; e (2) permitir mudanças significativas no tamanho e na forma dos órgãos internos.

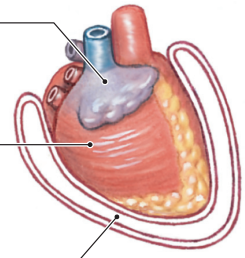
1 Os órgãos internos que estão parcial ou totalmente contidos em cavidades do corpo são chamados de **vísceras** ou órgãos viscerais. As vísceras não flutuam dentro das cavidades, mas permanecem ligadas ao resto do corpo. Para entender suas relações físicas, examinaremos a menor subdivisão da cavidade ventral do corpo, a **cavidade pericárdica**, que contém o coração.

A relação entre o coração e a cavidade pericárdica assemelha-se à de um punho fechado forçando a parede externa de um balão. O punho corresponde à base (porção fixa) do coração e o balão corresponde ao revestimento da cavidade pericárdica.



Base do coração

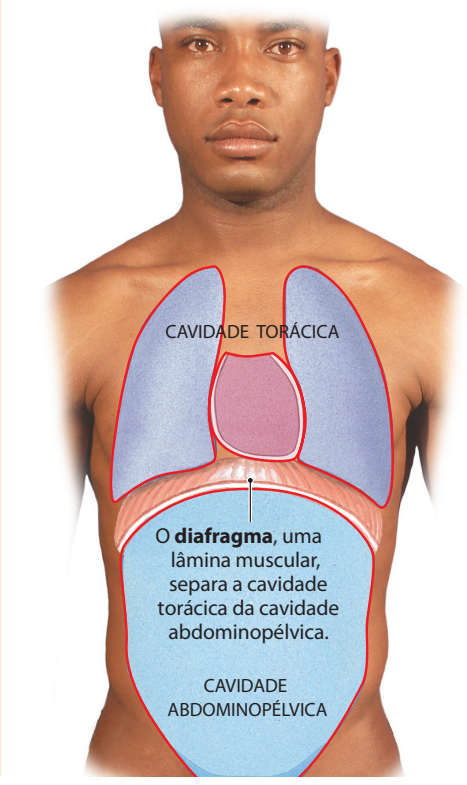
Durante cada batimento, o coração muda de tamanho e forma. A cavidade pericárdica permite essas alterações e o tecido que a delimita internamente é úmido e viscoso, evita atrito entre o coração e as estruturas adjacentes.



Cavidade pericárdica

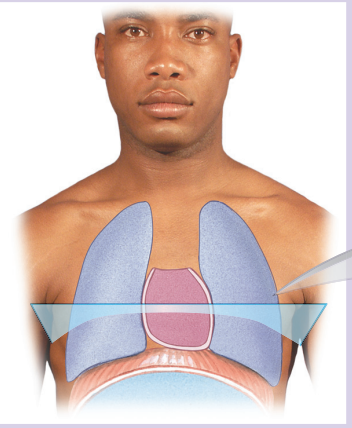
2 Durante o desenvolvimento embrionário, forma-se uma única **cavidade ventral** no corpo, ou **celoma** (*koila*, cavidade), que contém os órgãos dos sistemas respiratório, circulatório, digestório, urinário e genital. A cavidade ventral do corpo é posteriormente subdividida em cavidades corporais separadas, cujos limites estão indicados em vermelho. Três dessas subdivisões encontram-se dentro da cavidade torácica e uma encontra-se na cavidade abdominopélvica.

CAVIDADES CORPORAIS



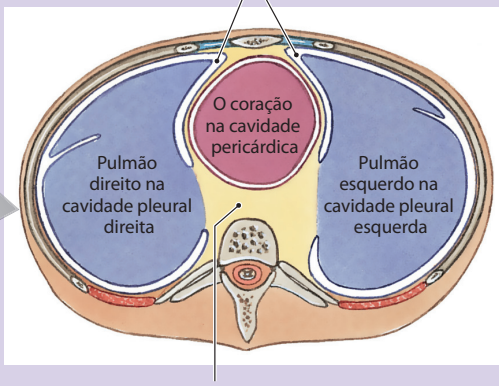
3 A cavidade torácica contém pulmões, coração e outras estruturas. Seus limites são estabelecidos pela parede torácica e o diafragma.

CAVIDADE TORÁCICA



A secção horizontal da cavidade torácica mostra a relação entre as subdivisões da cavidade ventral do corpo nessa região.

Cada pulmão está contido em uma **cavidade pleural**.

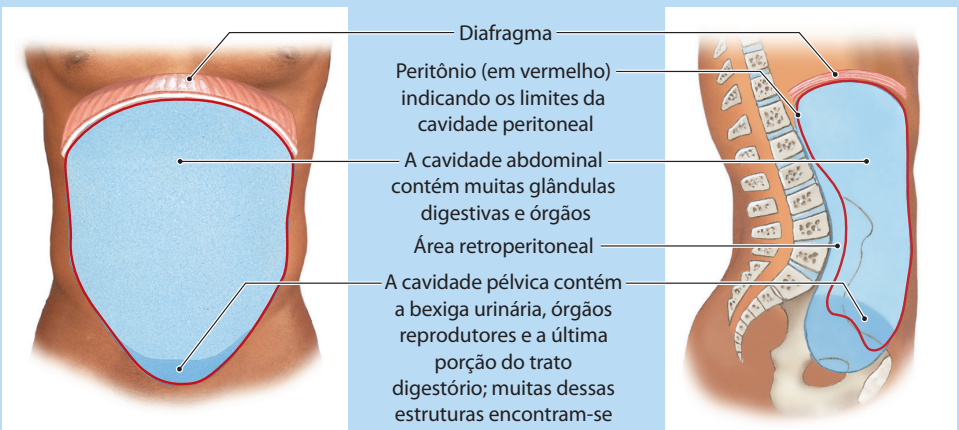


A cavidade do pericárdio está contida no **mediastino**, espaço que também contém uma massa de tecido conjuntivo que separa as duas cavidades pleurais e estabiliza as posições dos órgãos e vasos sanguíneos.

Observe a orientação da secção. Salvo indicação em contrário, todas as secções transversais são apresentadas em vista inferior, ou seja, como se você estivesse em pé aos pés de uma pessoa em posição anatômica (em supinação), olhando em direção à cabeça.

CAVIDADE ABDOMINOPÉLVICA

Durante o desenvolvimento, a parte da cavidade corporal ventral original que se estende em direção ao interior da cavidade abdominopélvica permanece intacta como **cavidade peritoneal**. Alguns órgãos, como rins e pâncreas, encontram-se entre o revestimento peritoneal e a parede muscular da cavidade abdominal. Esses órgãos são chamados de **retroperitoneais** (*retro*: atrás).



4 Os limites da cavidade abdominopélvica estão estabelecidos pelo diafragma, pelos músculos da parede abdominal, pelos músculos do tronco e partes inferiores da coluna vertebral, e pelos ossos e músculos da pelve. Essa cavidade pode ser subdividida em **cavidade abdominal** e **cavidade pélvica**.

Revisão do Módulo 1.8

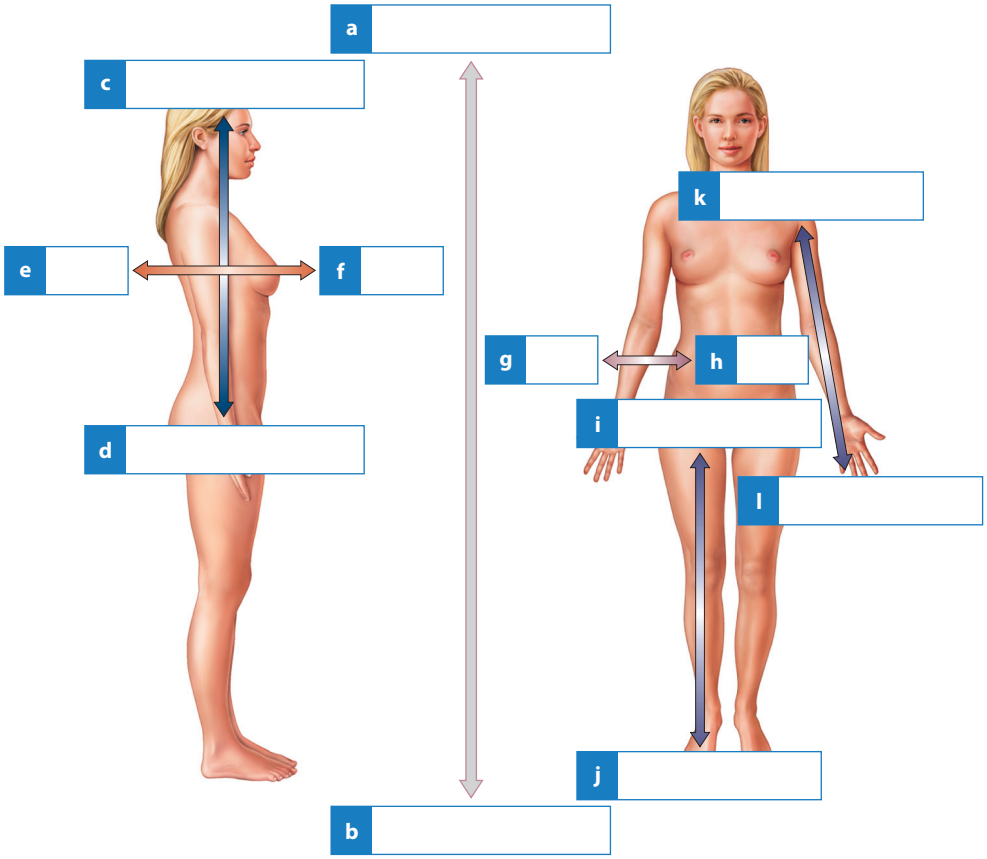
a. Descreva duas funções essenciais das cavidades do corpo.

b. Identifique as subdivisões da cavidade corporal ventral.

c. Se um cirurgião fizer uma incisão logo abaixo do diafragma, qual cavidade corporal será aberta?

1. Legenda

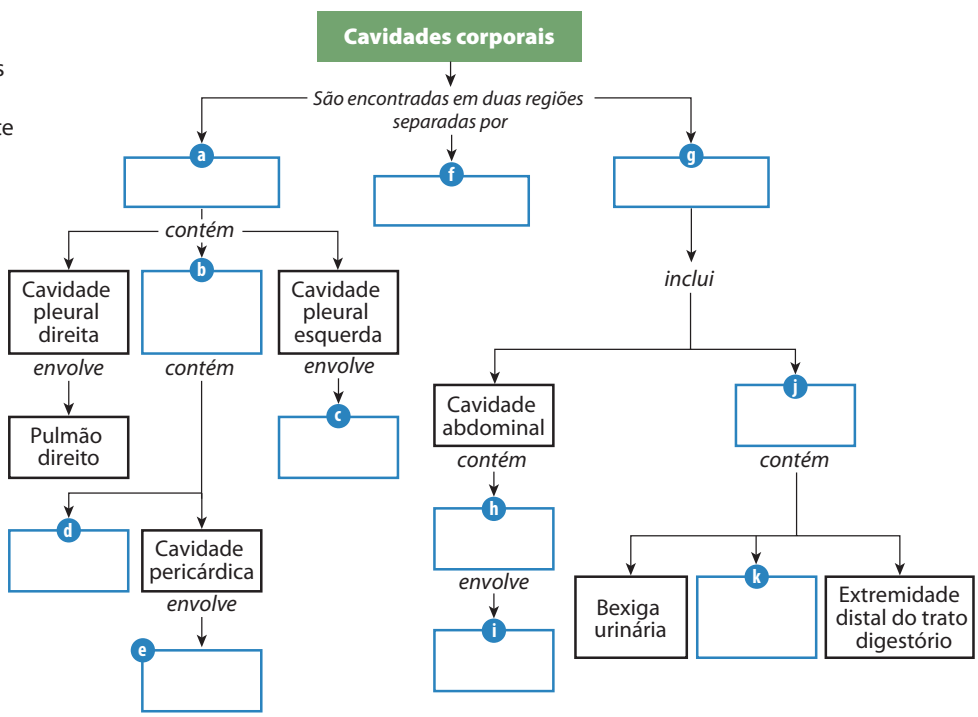
Indique os termos direcionais nas figuras.



2. Mapa conceitual

Use cada um dos termos seguintes para preencher os quadros em branco, completando corretamente as cavidades corporais no mapa conceitual.

- glândulas digestórias e órgãos
- cavidade abdominopélvica
- cavidade torácica
- coração
- mediastino
- diafragma
- cavidade pélvica
- vasos sanguíneos
- órgãos genitais
- pulmão esquerdo
- cavidade peritoneal



Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

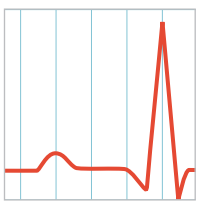
SEÇÃO 1

Anatomia e fisiologia em perspectiva

- homeostase

1.1

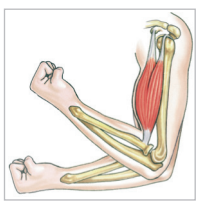
Anatomia é o estudo da forma; e fisiologia é o estudo da função



- anatomia
- anatomia macroscópica
- anatomia microscópica
- fisiologia

1.2

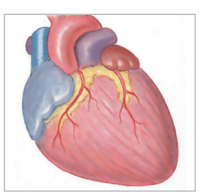
A forma e a função estão inter-relacionadas



- articulação do cotovelo
- úmero
- rádio
- ulna

1.3

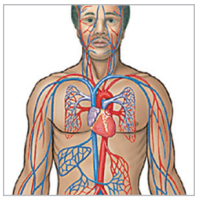
O corpo humano tem múltiplos níveis interdependentes de organização



- múltiplos níveis de organização
- organismo
- sistemas de órgãos
- órgão
- tecido
- células
- átomos

1.4

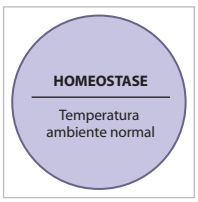
Os órgãos e sistemas de órgãos desempenham funções vitais



- órgão
- sistema de órgãos
- sistema tegumentar
- sistema esquelético
- sistema muscular
- sistema nervoso
- sistema endócrino
- sistema circulatório
- sistema linfático
- sistema respiratório
- sistema digestório
- sistema urinário
- sistema genital

SEÇÃO 2

Homeostase



- homeostase
- regulação homeostática
- receptor
- centro de controle
- efetor
- ponto de ajuste

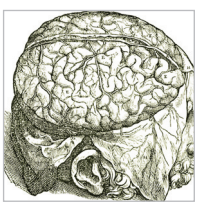
1.5

O feedback negativo proporciona estabilidade, enquanto o feedback positivo acelera a conclusão de um processo

- feedback
- feedback negativo
- feedback positivo
- ciclo de feedback positivo

SEÇÃO 3

Termos anatômicos

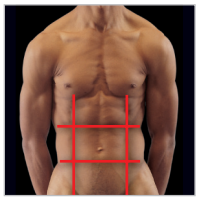


- epônimos
- raízes de palavras

• = *Termos em negrito neste módulo.*

1.6

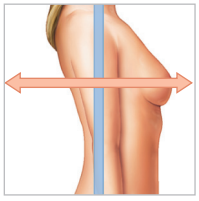
A anatomia de superfície e a anatomia topográfica indicam localizações de estruturas superficiais ou profundas no corpo



- posição anatômica
- supinação
- pronação
- quadrantes abdominopélvicos
- regiões abdominopélvicas

1.7

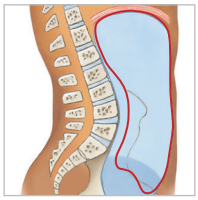
Os termos direcionais e seccionais descrevem pontos de referência específicos



- anterior
- ventral
- posterior
- dorsal
- cranial
- cefálico
- superior
- caudal
- inferior
- medial
- lateral
- proximal
- distal
- superficial
- profundo
- secção transversa
- secção horizontal
- secção sagital
- secção sagital mediano
- secção parassagital
- secção frontal
- secção coronal

1.8

As cavidades do corpo protegem os órgãos internos e permitem que eles mudem de forma



- cavidade torácica
- cavidade abdominopélvica
- cavidades corporais
- vísceras
- cavidade pericárdica
- cavidade ventral
- celoma
- diafragma
- cavidade pleural
- mediastino
- cavidade peritoneal
- retroperitoneal
- cavidade abdominal
- cavidade pélvica

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Médico ultrassonografista

A PROFISSÃO

O médico ultrassonografista dispõe de um dos métodos de diagnóstico por imagem mais versáteis e seguros da Medicina. A ultrassonografia é muito pouco invasiva e não utiliza radiação – tóxica ao operador e ao paciente depois de certo tempo de exposição –, tendo por isso já superado a radiografia em número de aplicações em diversos países (incluindo o Brasil). Além dos exames de pré-natal, que talvez seja sua utilização mais difundida, esse método permite examinar praticamente todo o corpo, aferir a circulação sanguínea, o volume de órgãos ou a presença de tumores, entre outros usos.

Em razão dessa versatilidade, o médico ultrassonografista deve conhecer minuciosamente a anatomia e a fisiologia do organismo normal. Só assim será possível interpretar as imagens obtidas pelo equipamento e chegar a um diagnóstico claro do que se vê.

Para a melhor qualidade do diagnóstico, é primordial não apenas o diálogo entre o médico e o paciente, mas também com o colega que prescreveu o exame, que pode fornecer mais informações sobre a condição clínica do examinado.

Saiba mais

Sociedade Brasileira de Ultrassonografia – www.sbus.org.br
Conselho Federal de Medicina – http://portal.cfm.org.br
Associação Médica Brasileira – http://amb.org.br/teste/emc.html

Essa carreira é ideal para você? Qualquer médico deve ter o paciente como prioridade em sua função, tratando-o com atenção e respeito. Nesta especialidade, você lidará com os mais diversos tipos de pessoas, de grávidas a portadores de doenças graves, que contarão com a precisão de seu relatório.

Formação A graduação é a mais longa na área médica: seis anos, em período integral. Os quatro primeiros concentram as aulas teóricas e práticas. Nesse período, você será apresentado à anatomia e à fisiologia do corpo humano, divididas em módulos, como sistema locomotor, sistema urinário, sistema endócrino, entre outros. Os detalhes mais específicos são estudados em disciplinas como Biologia Celular, Tecidual, Bioquímica e Microbiologia. Também há abordagens de medicina preventiva e comunitária, além da introdução à radiologia e à ultrassonografia. As principais especialidades, como cirurgia, pediatria, psiquiatria, ginecologia e ortopedia, são abordadas com maior profundidade.

Os dois últimos anos são destinados ao internato, cujas atividades são realizadas em um hospital-escola, sob supervisão de médicos formados.

A residência médica, que consiste no trabalho remunerado e orientado por professores, é feita em hospitais após o término do curso de Medicina. Nesse momento é possível direcionar a formação à especialidade desejada – no caso, a área de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, que, de acordo com o Ministério da Educação, deve incluir a ultrassonografia entre suas competências.

O aprofundamento nas especializações é feito em cursos de pós-graduação, que podem durar até três anos. Várias instituições brasileiras oferecem cursos específicos de ultrassonografia, tanto geral quanto especializada em determinados exames, como o Doppler.

Remuneração média A média salarial do profissional especializado em começo de carreira gira em torno de R$ 3.200,00 segundo levantamento do Sindicato dos Médicos de São Paulo. Todavia, no auge da carreira, médicos de excelência podem ganhar até dez vezes mais. O registro no Conselho Regional de Medicina de seu estado é obrigatório para o exercício da profissão.

Perspectivas profissionais Dos quase 372 mil médicos em atividade no Brasil, de acordo com o último censo do Conselho Federal de Medicina (2011), 7.212 (quase 2% do total) eram especializados em Radiologia e Diagnóstico por Imagem. Outras especialidades, como Pediatria, atraem quase cinco vezes mais médicos.

As oportunidades existem em quase todos os estabelecimentos de saúde, de hospitais a maternidades, passando por clínicas especializadas. Você também pode optar pela pesquisa acadêmica, que normalmente é feita em conjunto com a prática clínica.

Há demanda em todo o país, mas esta é mais acentuada nas cidades do interior. A carência persiste mesmo com a existência de programas governamentais como o Mais Médicos. Considere aderir ao setor público. A remuneração acima da média pode compensar o ônus de trabalhar em locais mais distantes e/ou carentes.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

O Conselho Federal faculta a qualquer médico, seja qual for a especialidade, o direito de aplicar exames de ultrassom e emitir laudos sobre os resultados. Ainda que, na aplicação, possa haver o auxílio de enfermeiros ou técnicos, o comando do exame e a redação do laudo só podem ser feitos pelo médico, de acordo com a lei brasileira.

Fontes consultadas

Grade curricular do curso de Medicina da USP. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=5&codcur=5042&codhab=0&tipo=N>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo, Abril, 2013.

Matriz curricular do curso de Medicina da UFG. Disponível em: <www.medicina.ufg.br/pages/26008-matriz-curricular>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Secretaria da Casa Civil. *Lei do Ato Médico*. Disponível em: <www.casacivil.gov.br/noticias/2013/07/sancionada-lei-que-regulamenta-atividade-medica-no-pais-ato-medico>. Acesso em: 18 mar. 2014.

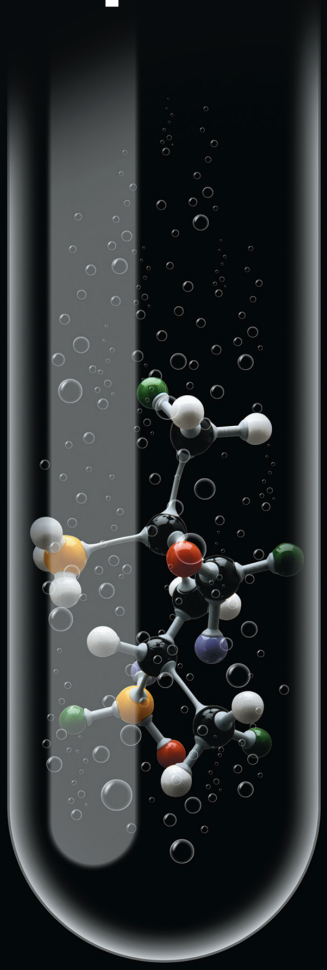
Capítulo 1 – Questões de revisão

1. Defina a regulação homeostática, incluindo sua importância fisiológica.
2. Como o feedback negativo difere do feedback positivo?
3. Como um cirurgião, você executa um procedimento invasivo que requer a realização de uma incisão no peritônio. É mais provável que o órgão a ser operado seja o coração ou o estômago?
4. Um hormônio chamado calcitonina, produzido pela glândula tireoide, é liberado em resposta ao aumento dos níveis de íons de cálcio no sangue. Se esse hormônio age através de feedback negativo, qual será o efeito de sua liberação sobre os níveis de cálcio no sangue?
5. Um anatomista deseja fazer comparações detalhadas das superfícies mediais dos lados esquerdo e direito do cérebro. Esse trabalho requer secções que mostrem toda a superfície medial. Que tipos de cortes devem ser solicitados ao laboratório de imagem para essa investigação?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

2

Organização no nível químico



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Átomos e moléculas

2.1 Descrever um átomo e como a estrutura atômica afeta o número de massa e o peso atômico dos variados elementos químicos.
2.2 Explicar a relação entre elétrons e níveis de energia.
2.3 Comparar as formas nas quais os átomos se combinam para formar moléculas e compostos.

SEÇÃO 2 • Reações químicas

2.4 Usar as fórmulas químicas para simbolizar as reações químicas.
2.5 Distinguir os principais tipos de reações químicas que são importantes para o estudo da fisiologia.

SEÇÃO 3 • Importância da água no corpo

2.6 Explicar como as propriedades químicas da água afetam a solubilidade de moléculas orgânicas e inorgânicas.
2.7 Discutir a importância do pH e o papel dos tampões nos fluidos do corpo.

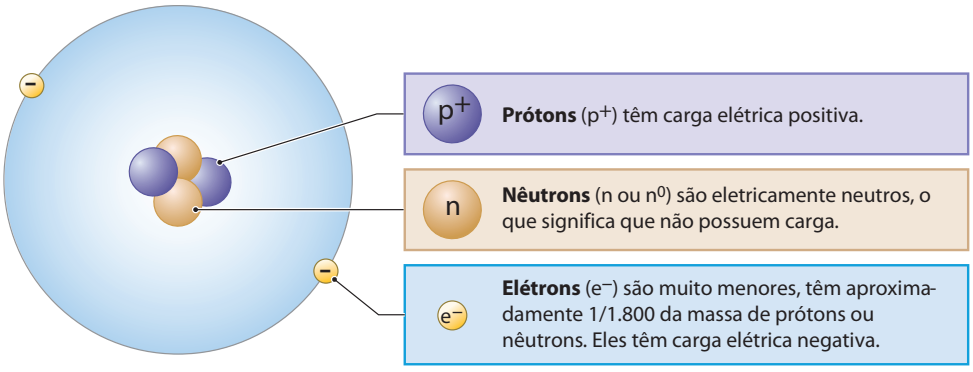
SEÇÃO 4 • Metabólitos e nutrientes

2.8 Discutir as estruturas e funções dos carboidratos.
2.9 Discutir as estruturas e funções dos lipídios.
2.10 Discutir as estruturas e as diversas funções dos vários tipos de lipídios: esteroides, fosfolipídios e glicolipídios.
2.11 Discutir a estrutura da proteína e as funções essenciais das proteínas dentro do corpo.
2.12 Explicar como as enzimas funcionam dentro do corpo.
2.13 Discutir a estrutura e função dos compostos de alta energia.
2.14 Comparar e diferenciar as estruturas e funções de DNA e RNA.

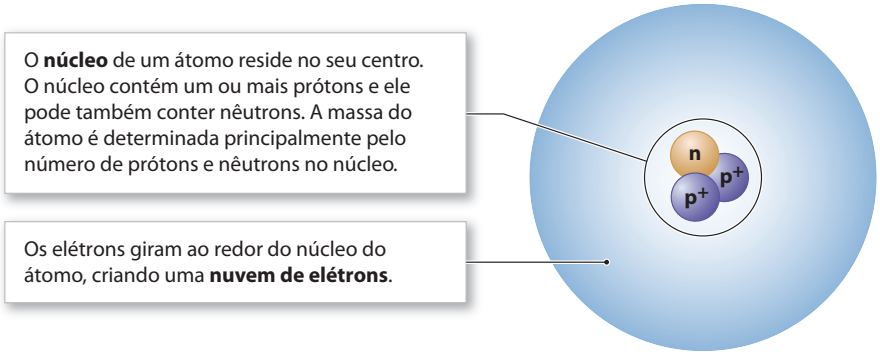
Átomos e moléculas

Nosso estudo sobre o corpo humano começa no nível químico de organização. A química é a ciência que estuda a estrutura da matéria, definida como tudo o que ocupa espaço e tem massa. A **massa**, quantidade de matéria em questão, é uma propriedade física que determina o peso de um objeto na Terra. Para os nossos propósitos, a massa de um objeto é o mesmo que o seu peso. No entanto, os dois nem sempre são equivalentes: em órbita você teria menos peso, mas sua massa permaneceria inalterada.

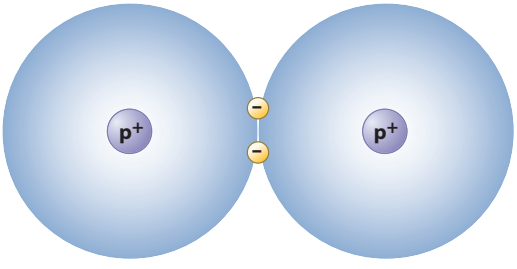
1 **Átomo** é a menor unidade estável da matéria. Os átomos são compostos de **partículas subatômicas**, três das quais são especialmente importantes para a compreensão das propriedades químicas básicas da matéria.



2 **Átomo** pode ser subdividido em núcleo e nuvem de elétrons.



3 **Molécula** se forma quando os átomos interagem e produzem estruturas maiores e mais complexas.

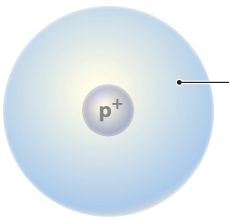


Tudo ao nosso redor é composto de átomos em combinações variadas. As características únicas de tudo o que existe, ser vivo ou não, resultam dos tipos de átomos envolvidos e das formas que aqueles átomos combinam e interagem. A massa de qualquer ser ou objeto representa a soma das massas dos seus átomos componentes.

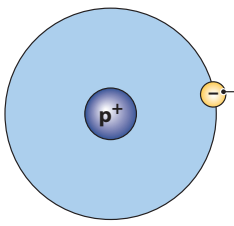
Átomos típicos contêm prótons, nêutrons e elétrons

Átomos normalmente contêm números iguais de prótons e elétrons e, portanto, são eletricamente neutros. O número de prótons em um átomo é conhecido como seu **número atômico**; o número total de prótons e nêutrons é o seu **número de massa**. Um **elemento** é uma substância pura, consistindo apenas em átomos com o mesmo número atômico.

1 O hidrogênio (H) é o átomo mais simples, com número atômico 1. Assim, um átomo de hidrogênio contém um próton e um elétron. O próton do hidrogênio está localizado no centro do átomo e constitui o núcleo.



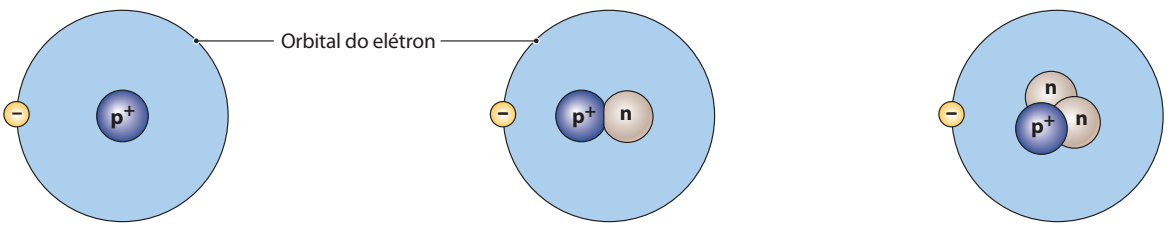
Os elétrons giram em torno do núcleo, em uma área conhecida como **nuvem de elétrons**. Uma razão para que o elétron tenda a permanecer na nuvem de elétrons é porque o elétron, de carga negativa, é atraído pelo próton, carregado positivamente. A atração entre cargas elétricas opostas é um exemplo de força elétrica.



Os livros, muitas vezes, representam os elétrons em uma órbita fixa em torno do núcleo. Na realidade, os seus movimentos são muito mais complexos. Para simplificar, neste livro usaremos a representação convencional, que mostra o elétron ocupando uma **camada de elétrons** circular. A camada de elétrons mais externa representa a superfície da nuvem de elétrons.

2 Os átomos de um único elemento podem diferir no número de nêutrons do núcleo. Os átomos cujos núcleos contêm o mesmo número de prótons, mas diferem no número de nêutrons, são chamados **isótopos**. Diferentes isótopos de um elemento têm essencialmente propriedades químicas idênticas, por isso são idênticos, exceto pela sua massa. Por isso, usamos o número de massa para designar os isótopos. Os números de massa são úteis porque nos informam o número de partículas subatômicas nos núcleos de diferentes átomos.

Modelo de orbital eletrônico

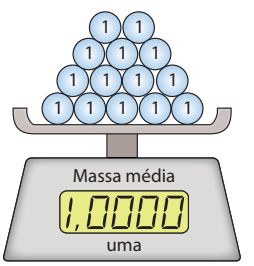


Hidrogênio 1
Número de massa: 1

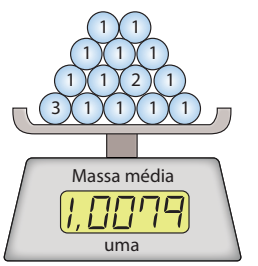
Hidrogênio 2, deutério
Número de massa: 2

Hidrogênio 3, trítio
Número de massa: 3

3 A massa real de um átomo é conhecida como seu **peso atômico**. A unidade usada para expressar o peso atômico é a **unidade de massa atômica (uma)**, também conhecida como um dálton. Uma unidade de massa atômica está muito perto do peso de um único próton ou nêutron. Assim, o peso atômico do isótopo de hidrogênio mais comum está muito próximo de 1. No entanto, o peso atômico de um elemento é uma massa média que reflete as proporções de diferentes isótopos. Por exemplo, o número atômico do hidrogênio é 1, mas o peso atômico do hidrogênio é 1,0079, principalmente porque alguns átomos de hidrogênio (0,015%) têm um número de massa de 2, e há outros, em uma proporção muito menor, que têm um número de massa 3.



Peso atômico do hidrogênio 1 = 1



Peso atômico da mistura de isótopos de hidrogênio = 1,0079

Principais elementos do corpo humano

Elemento (% do peso corporal total)	Significado
Oxigênio, O (65)	Componente da água e de outras substâncias; a forma gasosa é essencial para a produção de energia
Carbono, C (18,6)	Componente de todas as moléculas que formam os seres vivos (veja Seção 4)
Hidrogênio, H (9,7)	Componente da água e da maioria dos outros compostos do organismo
Nitrogênio, N (3,2)	Encontrado em proteínas, ácidos nucleicos e outros compostos orgânicos
Cálcio, Ca (1,8)	Encontrado nos ossos e nos dentes; importante para a função das membranas, impulsos nervosos, contração muscular e coagulação do sangue
Fósforo, P (1,0)	Encontrado nos ossos e nos dentes, ácidos nucleicos e compostos de alta energia
Potássio, K (0,4)	Importante para o funcionamento adequado das membranas, impulsos nervosos e contração muscular
Sódio, Na (0,2)	Importante para o volume do sangue, funções das membranas, impulsos nervosos e contração muscular
Cloro, Cl (0,2)	Importante para o volume do sangue, funções das membranas e absorção da água
Magnésio, Mg (0,06)	Cofator para muitas enzimas (proteínas especiais; veja o **Módulo 2.4)**
Enxofre, S (0,04)	Encontrado em muitas proteínas
Ferro, Fe (0,007)	Essencial para o transporte de oxigênio e captação de energia
Iodo, I (0,0002)	Componente dos hormônios da glândula tireoide
Oligoelementos: silício (Si), flúor (F), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), selênio (Se), cobalto (Co), molibdênio (Mo), cádmio (Cd), cromo (Cr), estanho (Sn), alumínio (Al), boro (B) e vanádio (V)	Alguns funcionam como cofatores; as funções de muitos oligoelementos ainda são mal compreendidas

4 Esta tabela mostra os 13 elementos mais comuns no corpo humano e apresenta suas importâncias. O corpo humano também contém átomos de outros 14 elementos presentes em quantidades muito pequenas – são chamados de **oligoelementos**. Existem apenas 92 elementos na natureza, embora aproximadamente duas dúzias de elementos adicionais tenham sido criadas por reações nucleares em laboratórios de pesquisa. Cada elemento tem um **símbolo químico** e uma abreviatura reconhecida pelos cientistas. A maioria dos símbolos é facilmente identificável pelos nomes dos elementos em português (O para oxigênio, N para nitrogênio, C para o carbono, e assim por diante), mas alguns são abreviaturas de seus nomes em outras línguas. Por exemplo, o símbolo do sódio, Na, vem da palavra latina *natrium*.

Revisão do Módulo 2.1

a. Defina um elemento.

b. Descreva o que são oligoelementos.

c. Como é possível que duas amostras de hidrogênio contenham o mesmo número de átomos, embora tenham pesos diferentes?

Os elétrons ocupam vários níveis de energia

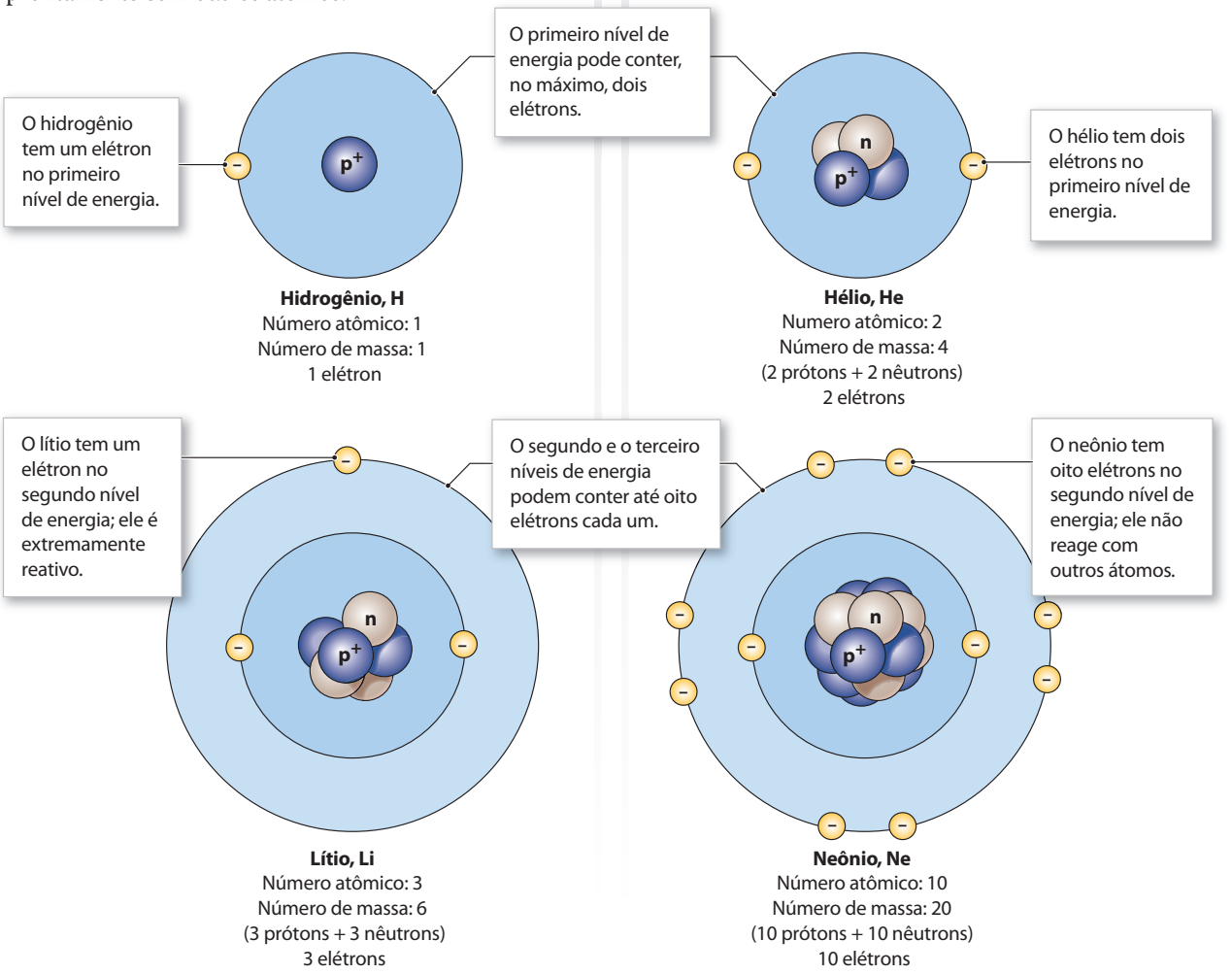
Os átomos são eletricamente neutros; cada carga positiva de um próton é balanceada pela carga negativa de um elétron. Assim, cada aumento de número atômico é acompanhado por um aumento comparável no número de elétrons que giram em torno do núcleo. Dentro da nuvem de elétrons, estes ocupam uma série ordenada de níveis de energia. Embora os elétrons em um nível de energia possam viajar em padrões complexos ao redor do núcleo, para os nossos propósitos os padrões podem ser diagramados como uma série de camadas de elétrons concêntricos. A primeira camada de elétron (a mais próxima do núcleo) corresponde ao nível de energia mais baixo.

Elementos reativos

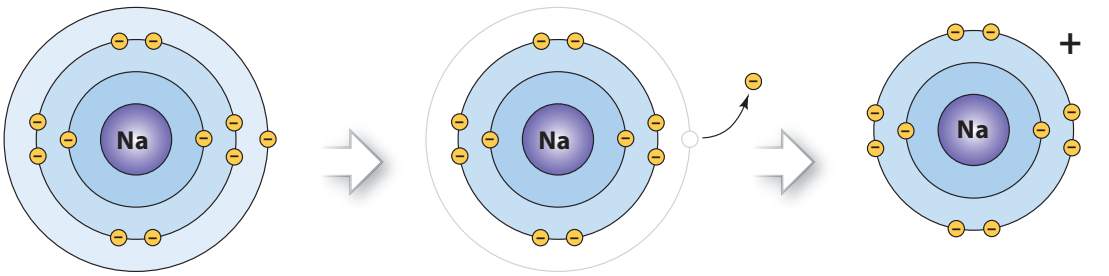
1 O nível de energia ultraperiférico constitui a "superfície" do átomo. Átomos com níveis de energia incompletos, tais como o hidrogênio e o lítio, reagirão com outros átomos, geralmente de uma forma que serão completados seus níveis de energia mais superficiais. Um átomo com o nível de energia mais superficial carregado fica estável e não reage prontamente com outros átomos.

Elementos inertes

2 Os elementos que não participam prontamente de reações químicas são considerados **inertes**. Hélio e neônio, que possuem os níveis de energia ultraperiféricos já preenchidos, são chamados **gases inertes (nobres)**, porque os seus átomos não reagem uns com os outros nem se combinam com os átomos de outros elementos.

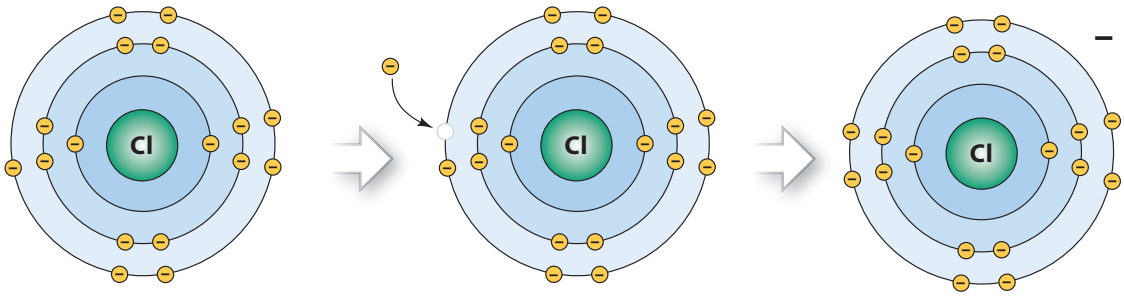


3 Elementos com níveis de energia ultraperiféricos não carregados, como hidrogênio, lítio, ou sódio, são chamados **reativos**, porque eles facilmente interagem ou combinam com outros átomos. Desse modo, esses átomos alcançam a estabilidade ganhando, perdendo ou compartilhando elétrons para preencher o seu nível de energia mais externo. Quando há perda de elétrons do nível de energia externo, o resultado é um átomo não mais eletricamente neutro – ele tem agora mais prótons que elétrons. O átomo tem uma rede de carga positiva e é chamado de íon positivo ou **cátion**. A falta de um único elétron dá ao íon uma carga de +1; alguns íons transportam cargas de +2, +3 ou +4, dependendo de quantos elétrons são perdidos para alcançar a estabilidade.



Átomo de sódio, Na (reativo) **Íon de sódio, Na^+** (estável)

4 Em outros momentos, os átomos alcançam a estabilidade preenchendo seu nível de energia externo com elétrons obtidos a partir de outros átomos. Isso também cria um átomo que não é mais eletricamente neutro – ele tem mais elétrons do que prótons. O átomo agora tem uma carga negativa e é chamado de íon negativo ou **ânion**. Um único elétron a mais dá ao íon uma carga de –1. Alguns íons transportam cargas de –2, –3 ou –4, dependendo de quantos elétrons são necessários para atingir estabilidade.



Átomo de cloro, Cl (reativo) **Íon de cloro, Cl^-** (estável)

As interações que estabilizam os níveis de energia externos dos átomos geralmente resultam na formação de **ligações químicas**. Essas ligações mantêm os átomos participantes juntos, uma vez que a reação foi encerrada.

Revisão do Módulo 2.2

a. Indique o número máximo de elétrons que podem ocupar cada uma das três primeiras camadas de elétrons (níveis de energia) de um átomo.

b. Por que os átomos de elementos inertes não reagem nem se combinam com átomos de outros elementos?

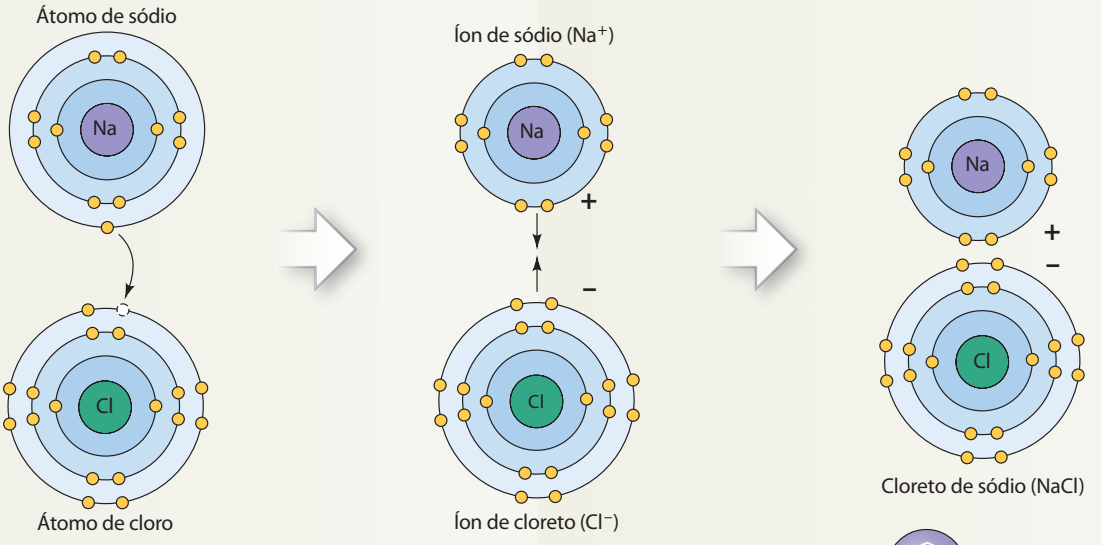
c. Explique como cátions e ânions são formados.

As ligações iônicas e ligações covalentes são as ligações químicas mais comuns

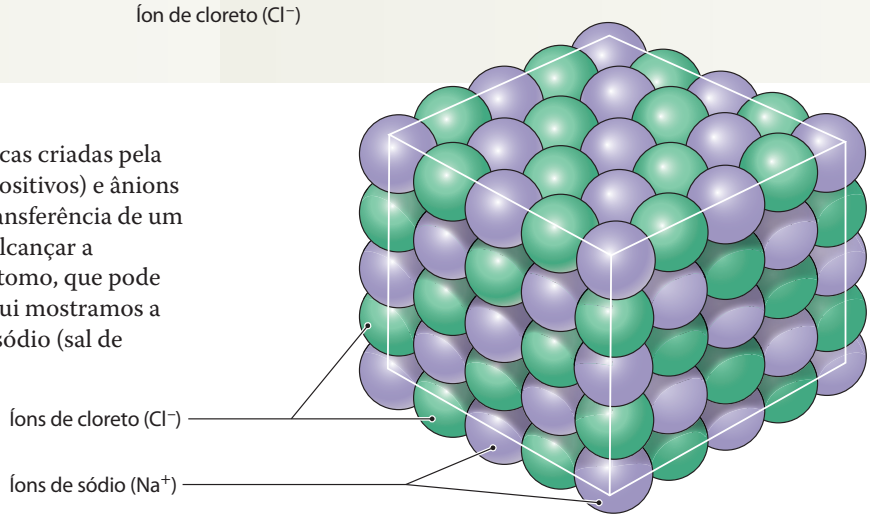
Quando ocorre uma ligação química, o resultado é a criação de um novo produto químico chamado de compostos e moléculas. Um **composto** é uma substância química formada de átomos de dois ou mais elementos diferentes, independentemente do tipo de ligação que os une.

Passo 1: Formação de íons de sódio e cloreto. O átomo de sódio perde um elétron para o átomo de cloro. Este produz dois íons estáveis com níveis de energia superficiais preenchidos.

Passo 2: Formação de uma ligação iônica. Como esses íons se formam bem juntos e têm cargas opostas, eles se atraem, criando NaCl, um composto iônico.

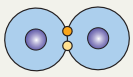
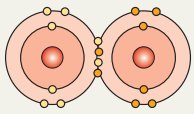
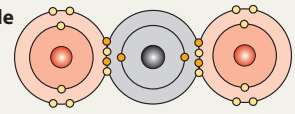


1 **Ligações iônicas** são ligações químicas criadas pela atração elétrica entre cátions (íons positivos) e ânions (íons negativos). Essa ligação envolve a transferência de um ou mais elétrons de um átomo que, para alcançar a estabilidade, pode perdê-los a um outro átomo, que pode recebê-lo para alcançar a estabilidade. Aqui mostramos a formação do composto iônico cloreto de sódio (sal de cozinha).

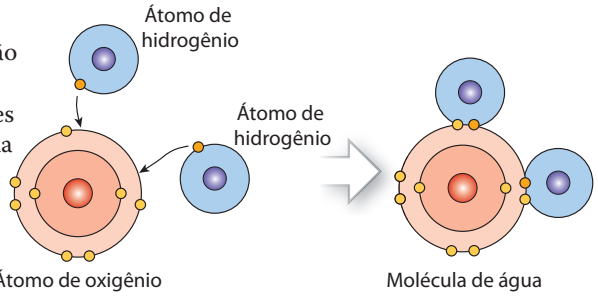


2 Um cristal de cloreto de sódio contém um grande número de sódio e íons de cloreto embalados juntos. A formação de uma ligação química altera as propriedades de ambos os reagentes. Neste exemplo, um metal e um gás venenoso combinam-se para formar um sólido cristalino que é comestível.

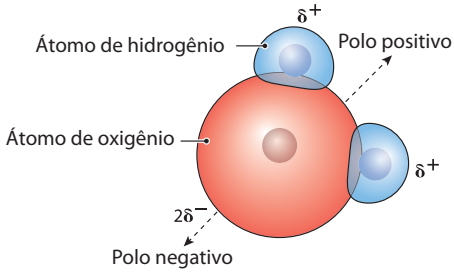
3 Alguns átomos podem completar suas camadas eletrônicas externas sem ganhar ou perder elétrons, mas compartilhando elétrons com outros átomos. Essa partilha cria **ligações covalentes** entre os átomos envolvidos. **Molécula** é uma estrutura química que consiste em átomos de um ou mais elementos mantidos juntos por ligações covalentes. Em uma ligação covalente típica, os átomos participantes compartilham os elétrons de maneira igualitária e não há nenhuma carga elétrica excedente na molécula. Essas moléculas são denominadas de **moléculas apolares**.

Molécula	Descrição
Hidrogênio (H_2) 	Os átomos de hidrogênio não são encontrados como átomos individuais na natureza. Eles existem como moléculas, cada uma contendo um par de átomos de hidrogênio. Os dois átomos compartilham seus elétrons para preencher seus níveis de energia externos e o par de elétrons orbita ambos os núcleos. Como apenas um elétron sai de cada átomo, essa ligação é denominada **ligação covalente simples**.
Oxigênio (O_2) 	Um átomo de oxigênio tem seis elétrons em sua camada externa de energia. Isso pode formar uma **ligação covalente dupla** pela partilha de dois pares de elétrons com outro átomo de oxigênio. Isso cria uma molécula de oxigênio com o nível de energia externa estável.
Dióxido de carbono (CO_2) 	Um átomo de carbono tem quatro elétrons em seu nível de energia externo, por isso ele precisa ganhar quatro elétrons de outros átomos para atingir estabilidade. Em uma molécula de dióxido de carbono, um átomo de carbono compartilha dois pares de elétrons com cada um dos dois átomos de oxigênio e forma duas ligações covalentes duplas.

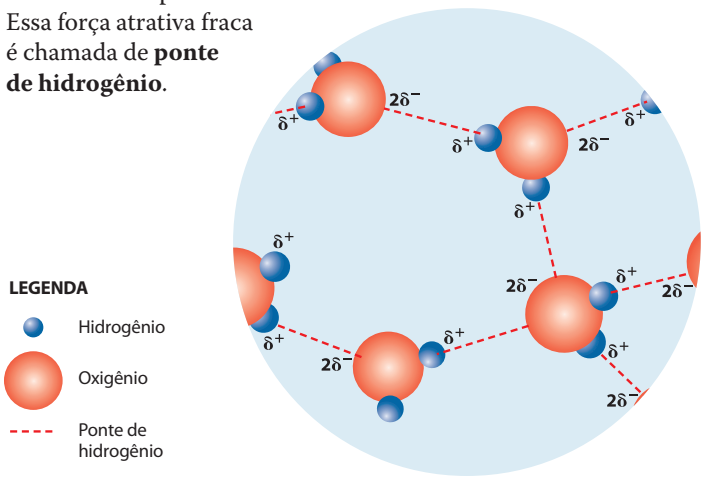
4 Algumas moléculas são formadas por ligações covalentes que envolvem uma partilha desigual de elétrons.



5 Cada átomo de hidrogênio carrega uma carga ligeiramente positiva (δ^+) e o átomo de oxigênio carrega uma carga ligeiramente negativa (δ^-). Isso forma uma **molécula polar**. As ligações covalentes que produzem moléculas polares são chamadas de **ligações covalentes polares**.



6 As cargas ligeiramente positivas sobre os átomos de hidrogênio de uma molécula polar podem ser atraídas para as cargas ligeiramente negativas sobre outra molécula polar e isso pode alterar as formas das moléculas ou fazer com que as moléculas das proximidades se atraiam. Essa força atrativa fraca é chamada de **ponte de hidrogênio**.



Revisão do Módulo 2.3

a. Nomeie e diferencie os dois tipos mais comuns de ligações químicas.

b. Descreva os tipos de ligações que mantêm os átomos juntos em uma molécula de água.

c. Relate por que podemos aplicar o termo molécula à menor particular de água, mas não podemos fazer o mesmo com o sal de cozinha.

1. Resposta objetiva

Preencha as informações que faltam na tabela a seguir.

Elemento	Número de prótons	Número de elétrons	Número de nêutrons	Número de massa
Hélio	a	2	2	b
Hidrogênio	1	c	d	1
Carbono	6	e	6	f
Nitrogênio	g	7	h	14
Cálcio	i	j	20	40

2. Resposta objetiva

Indique, nas moléculas a seguir, de que elementos são compostas.

H_2 (hidrogênio)

H_2O (água)

O_2 (oxigênio)

CO (monóxido de carbono)

a _____ b _____ c _____ d _____

3. Atividade de associação

Associe os termos a seguir com sua descrição mais próxima.

- número atômico
- elétrons
- prótons
- nêutrons
- isótopos
- íons
- ligação iônica
- ligação covalente polar
- número de massa
- elemento
- componente
- ligação de hidrogênio

a _____ Átomos que ganharam ou perderam elétrons.

b _____ Localizado no núcleo, não possui carga.

c _____ Átomos de dois ou mais elementos diferentes unidos.

d _____ Número de prótons em um átomo.

e _____ Força de atração entre moléculas de água.

f _____ Tipo de ligação química dentro de uma molécula de água.

g _____ Número de partículas subatômicas no núcleo.

h _____ Substância composta apenas de átomos com o mesmo número atômico.

i _____ Partículas subatômicas no núcleo, possuem carga.

j _____ Átomos de um mesmo elemento com massas diferentes.

k _____ Tipo de ligação química do sal de cozinha.

l _____ Partículas subatômicas fora do núcleo, possuem carga.

4. Integração de seções

Descreva em quais aspectos os pares de itens relativos às interações atômicas são semelhantes e em quais aspectos são diferentes.

a Elemento inerte/elemento reativo _____

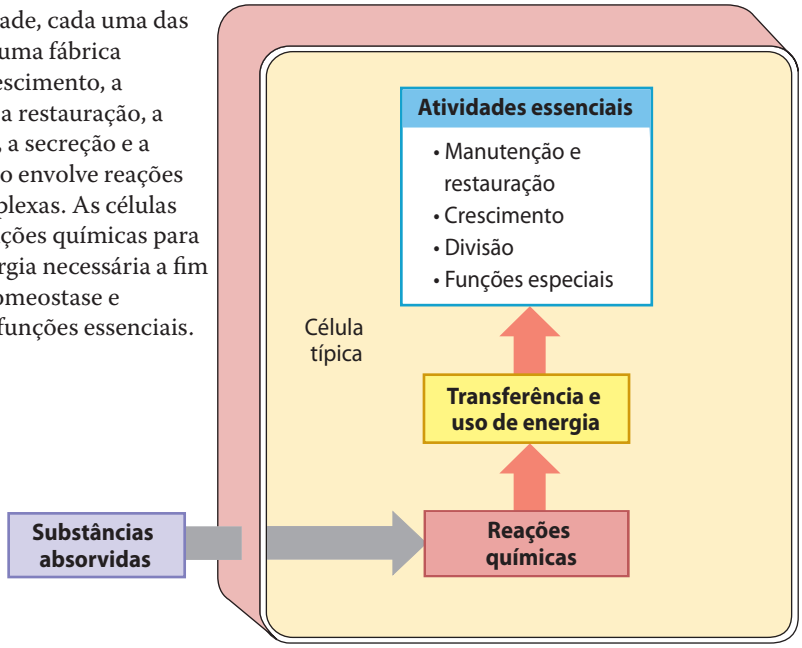
b Moléculas polares/moléculas apolares _____

c Ligação covalente/ligação iônica _____

Reações químicas

Nossas células permanecem vivas e funcionais com o controle das reações químicas. Em uma reação química, novas ligações formam-se entre os átomos ou ligações existentes entre estes se rompem. Essas alterações ocorrem quando os átomos das substâncias reagentes, ou **reagentes**, são rearranjados para formar substâncias diferentes, ou **produtos**. O conjunto das reações em andamento nas células e tecidos do corpo em qualquer momento é chamado de **metabolismo**.

1 Na realidade, cada uma das células é uma fábrica química. O crescimento, a manutenção e a restauração, a divisão celular, a secreção e a contração, tudo envolve reações químicas complexas. As células utilizam as reações químicas para fornecer a energia necessária a fim de manter a homeostase e desempenhar funções essenciais.



2 O **trabalho** é o movimento de um objeto ou uma mudança na estrutura física da matéria. Em seu corpo, o trabalho inclui movimentos como andar ou correr, e também a formação de moléculas e a conversão de água em estado líquido para o gasoso (evaporação).

Energia é a capacidade de executar um trabalho; um movimento ou mudança física não pode ocorrer a menos que haja um suprimento de energia. A **energia cinética** é a energia do movimento – energia que pode ser transferida para outro objeto e realizar um trabalho. Exemplos de energia cinética incluem arremessar uma bola e executar um levantamento de peso, e, no nível celular, o movimento ou transporte de substâncias, utilizando motores moleculares. A **energia potencial** é energia armazenada que tem potencial para realizar trabalho. Essa energia pode vir a partir da posição de um objeto (você segurando uma sobrecarga de peso ou em pé sobre uma escada) ou das características físicas ou estrutura química do objeto (uma mola comprimida ou uma bateria carregada).

As células realizam trabalho quando produzem moléculas complexas e movem substâncias para fora ou para dentro delas. As células de um músculo esquelético em repouso, por exemplo, contêm energia potencial sob a forma de filamentos de proteínas e ligações covalentes entre moléculas nas células. Quando o músculo se contrai, ele executa trabalho, e a energia potencial é convertida em energia cinética. Tal conversão nunca é 100% eficiente. Cada vez que ocorre uma troca ou transferência de energia, parte da energia é liberada na forma de calor. É por isso que a temperatura do seu corpo aumenta quando você se exercita.

As fórmulas químicas descrevem reações químicas que podem ser auxiliadas por enzimas

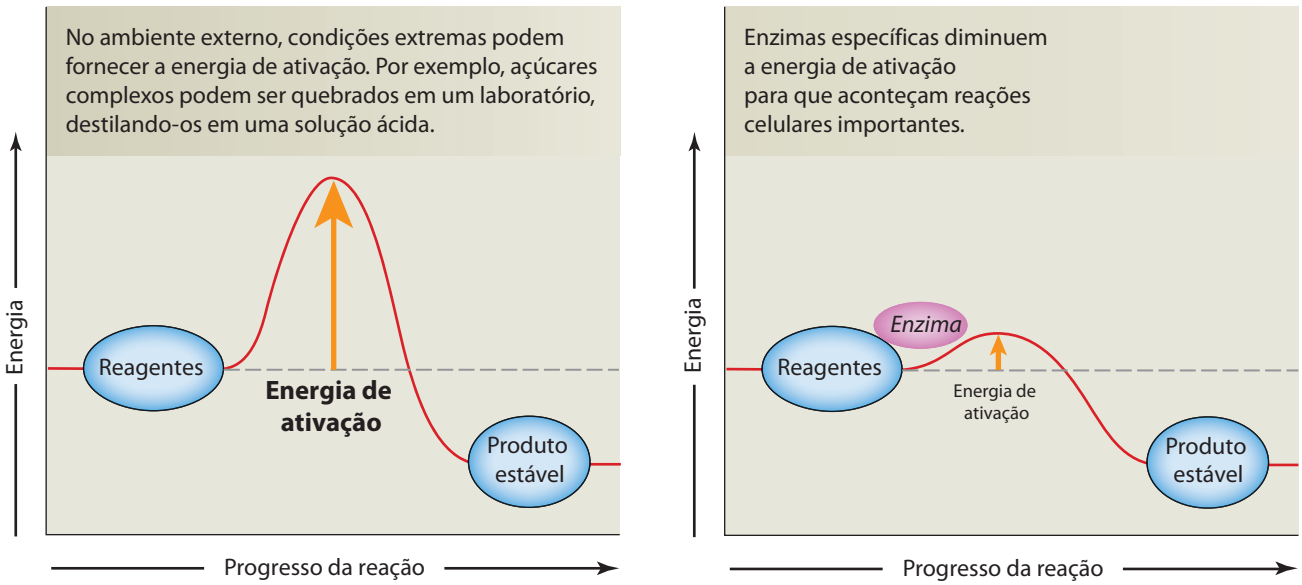
1 As **fórmulas químicas** nos permitem descrever eventos complexos rapidamente e com precisão. Esta tabela resume muitas regras importantes da fórmula química. É fácil usar as fórmulas químicas para calcular os pesos dos reagentes envolvidos em uma reação específica.

Regras das fórmulas químicas

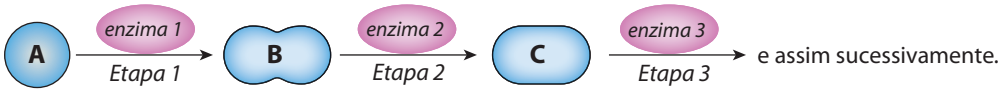
Categoria	Representação visual	Símbolo químico
Átomos O símbolo de um elemento indica um átomo daquele elemento. Um número precedendo o símbolo de um elemento indica o número de átomos daquele elemento.	H — Um átomo de hidrogênio O — Um átomo de oxigênio H H — Dois átomos de hidrogênio O O — Dois átomos de oxigênio	H — Um átomo de hidrogênio O — Um átomo de oxigênio 2H — Dois átomos de hidrogênio 2O — Dois átomos de oxigênio
Moléculas Uma **fórmula** química ou molecular fornece informações sobre os elementos e o número dos seus átomos em uma molécula. Um número subscrito após o símbolo de um elemento indica o número de átomos daquele elemento.	H H — Molécula de hidrogênio composta de dois átomos de hidrogênio O O — Molécula de oxigênio composta de dois átomos de oxigênio H H O — Molécula de água composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio	H_2 — Molécula de hidrogênio O_2 — Molécula de oxigênio H_2O — Molécula de água
Reações Quando descrevemos uma reação química, os participantes no início da reação são chamados reagentes, e a reação gera um ou mais produtos. Uma seta indica a direção da reação, a partir dos reagentes (normalmente à esquerda) para os produtos (geralmente no lado direito). Na reação ao lado, dois átomos de hidrogênio combinam com um átomo de oxigênio para produzir uma única molécula de água.	H H + O ⟶ H O H As reações químicas não criam nem destroem os átomos; elas simplesmente reorganizam os átomos em novas combinações. Portanto, para uma reação química, o número de átomos de cada elemento tem de ser sempre o mesmo em ambos os lados da equação. Quando este é o caso, temos uma **equação balanceada**.	$2H + O \longrightarrow H_2O$ Equação balanceada $2H + 2O \longrightarrow H_2O$ Equação não balanceada
Íons Um sinal de mais ou menos seguido do símbolo de um elemento indica um íon. Um único sinal de mais indica um cátion com uma carga de +1. (O átomo original perdeu um elétron.) Um único sinal negativo indica um ânion com uma carga de –1. (O átomo original ganhou um elétron.) Se mais de um elétron foi perdido ou adquirido, a carga sobre o íon é indicada por um número sobrescrito que antecede o sinal de mais ou menos.	+ — Íon de sódio. O átomo de sódio perdeu um elétron − — Íon de cloro. O átomo de cloro ganhou um elétron 2+ — Íon de cálcio. O átomo de cálcio perdeu dois elétrons **Um átomo de sódio torna-se um íon de sódio** Elétron perdido Na → Na + Átomo de sódio (Na) — Íon de sódio (Na^+)	Na^+ — Íon de sódio Cl^- — Íon de cloro Ca^{2+} — Íon de cálcio

2 A maioria das reações químicas não ocorre de forma espontânea ou ocorre tão lentamente que seria de pouco valor para as células. Antes que uma reação possa prosseguir, deve haver energia suficiente para ativar os reagentes. A quantidade de energia necessária para iniciar uma reação é chamada de **energia de ativação**. Muitas reações laboratoriais e industriais são ativadas por condições extremas de temperatura, pressão e fatores químicos que são mortais para as células. As células evitam tais extremos utilizando, para a maioria das reações, proteínas complexas especiais chamadas de **enzimas**.

3 As enzimas promovem as reações químicas pela diminuição das necessidades de energia de ativação. Ao fazê-lo, torna-se possível a realização de reações químicas, tais como a quebra de açúcares, em condições compatíveis com a vida. As enzimas pertencem a uma classe de substâncias chamadas de **catalisadores** (*katalysis*, dissolução), compostos que aceleram as reações químicas sem que eles próprios sejam permanentemente alterados ou consumidos. As reações enzimáticas, geralmente reversíveis, continuam até que seja alcançado um equilíbrio.



4 As reações complexas que mantêm a vida acontecem em uma série de etapas interligadas, cada uma controlada por uma enzima específica. Essa sequência de reações é chamada de **via metabólica**. Podemos esquematizar uma via metabólica da seguinte maneira:



É necessária a energia de ativação para iniciar uma reação química, mas, uma vez que ela tenha iniciado, a reação como um todo pode absorver ou liberar energia, e segue assim até a sua conclusão. As reações que liberam energia são denominadas **exergônicas** (*exo-*, fora). Se for necessária mais energia para iniciar a reação do que foi liberada quando ela se iniciou, a reação será **endergônica** (*endo*, dentro). As reações exergônicas são bastante comuns no corpo; elas são responsáveis por gerar o calor que mantém a temperatura corporal. Reações endergônicas incluem as necessárias para formar as moléculas que compõem as células.

Revisão do Módulo 2.4

a. Utilizando as regras das fórmulas químicas, escreva a fórmula molecular da glicose, um composto de 6 átomos de carbono, 12 átomos de hidrogênio e 6 átomos de oxigênio.

b. O que é uma enzima?

c. Por que necessitamos de enzimas em nossas células?

2.5

Existem três tipos básicos de reações químicas

Reações de decomposição

A **decomposição** é uma reação que quebra a molécula em fragmentos menores. Você pode representar uma reação de decomposição simples como

$$AB \longrightarrow A + B$$

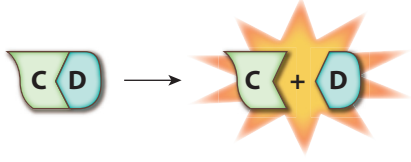
As reações de decomposição ocorrem dentro e fora das células. Por exemplo, uma refeição comum contém moléculas de gordura, açúcar e proteína que são demasiado grandes e muito complexas para o seu corpo absorver e usar. As reações de decomposição quebram essas moléculas em fragmentos menores em seu trato digestório, de forma que a absorção torna-se possível.

As reações de decomposição que envolvem água são importantes na quebra das moléculas complexas. Na **hidrólise** (*hidro-*, água + *lise*, quebra, desagregação), uma das ligações em uma molécula complexa é quebrada e os componentes de uma molécula de água (H e OH) são adicionados aos fragmentos resultantes:

$$A\text{-}B + H_2O \longrightarrow A\text{-}H + OH\text{-}B$$

Em conjunto, as reações de decomposição das moléculas complexas dentro de células e tecidos do corpo são conhecidas como **catabolismo** (*katabole,* jogar ao chão, degradar). Quando uma ligação covalente – uma forma de energia potencial – é quebrada, ela libera energia cinética que pode executar trabalho. Ao dominar a energia liberada dessa maneira, as células desempenham funções vitais, como o crescimento, o movimento e a reprodução.

$$CD \longrightarrow C + D + ENERGIA$$



Reações de síntese

Síntese é o oposto de decomposição. Uma reação de síntese reúne moléculas menores em moléculas maiores. Podemos demonstrar uma reação sintética da seguinte forma:

$$A + B \longrightarrow AB$$

As reações de síntese podem envolver a combinação de átomos ou moléculas de maneira que formem produtos com dimensões maiores. A formação de água a partir de moléculas de hidrogênio e oxigênio é uma reação de síntese. A síntese envolve sempre a formação de novas ligações químicas, se os reagentes forem átomos ou moléculas.

A **síntese de desidratação**, ou de condensação, é a formação de uma molécula complexa por remoção de uma molécula de água:

A síntese de desidratação é, portanto, o oposto da hidrólise. Mais adiante veremos exemplos de ambos os tipos de reações.

Em conjunto, a síntese de novas moléculas dentro de células e tecidos do corpo é conhecida como **anabolismo** (*anabole,* jogar ao alto). Como é necessária energia para criar uma ligação química, o anabolismo é geralmente considerado um processo "ladeira acima", ou seja, difícil. As células devem equilibrar suas reservas de energia, com o catabolismo fornecendo energia para suportar o anabolismo e outras funções vitais.

As reações químicas são reversíveis (pelo menos teoricamente), se

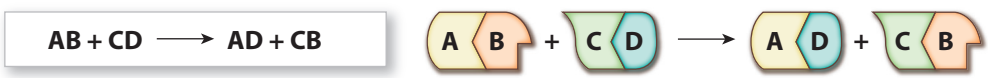
A + B ⟶ AB, então **AB ⟶ A + B**

Muitas reações biológicas importantes são livremente reversíveis. Podemos representar reações reversíveis como a seguinte equação:

Esta equação indica que, de certo modo, duas reações estão ocorrendo simultaneamente: uma é síntese e a outra é decomposição. No **equilíbrio**, os ritmos pelos quais as duas reações acontecem estão em equilíbrio: na mesma velocidade que uma molécula AB se forma, uma outra se quebra em A + B.

Reações de permuta

Em uma **reação de permuta**, as partes das moléculas reagentes são embaralhadas, dando origem a novos produtos



Embora os reagentes e os produtos contenham os mesmos componentes (A, B, C e D), esses componentes estão presentes em diferentes combinações. Em uma reação de permuta, as moléculas do reagente AB e CD devem quebrar (decomposição) antes que elas possam interagir umas com as outras para formar AD e CB (síntese).

Revisão do Módulo 2.5

a. Identifique e descreva três tipos de reações químicas importantes na fisiologia humana.

b. Diferencie os papéis da água na hidrólise e nas reações de síntese de desidratação.

c. Nas células, a glicose, uma molécula com seis carbonos, é convertida em duas moléculas de três carbonos em uma reação que libera energia. Qual é a fonte dessa energia?

1. Resposta objetiva

Usando fórmulas químicas, represente as seguintes substâncias:

a Uma molécula de um hidrogênio _____

b Dois átomos de hidrogênio _____

c Seis moléculas de água _____

d Uma molécula de sacarose (nesta ordem: 12 átomos de carbono, 22 átomos de hidrogênio e 11 átomos de oxigênio) _____

2. Resposta objetiva

Escreva a equação química para a seguinte reação química: uma molécula de glicose combinada com seis moléculas de oxigênio produzem seis moléculas de dióxido de carbono e seis moléculas de água.

_____

3. Resposta objetiva

Indique qual das seguintes reações é uma reação de hidrólise e qual é uma reação de síntese de desidratação.

a

_____

b

_____

4. Atividade de associação

Associe os termos com a descrição mais adequada.

- exergônica
- energia de ativação
- produtos
- reação de permuta
- hidrólise
- endergônicas
- reagentes
- enzima

a _____ Catalisador

b _____ Substâncias a partir de uma reação química

c _____ Reação química envolvendo água

d _____ Reações que absorvem energia

e _____ Partes embaralhadas dos reagentes

f _____ Substâncias que terminam em uma reação química

g _____ Reações que liberam energia

h _____ Requisito para iniciar uma reação química

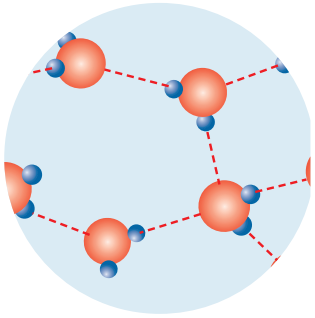
5. Integração de seções

Em uma via metabólica que consiste em quatro etapas, como a diminuição da quantidade de enzima que catalisa a segunda etapa afetaria a quantidade de produto no final do processo?

_____

_____

Importância da água no corpo



A água, H_2O, é o componente mais importante do seu corpo e responde por aproximadamente dois terços do seu peso corporal total. Mudanças no volume de água do corpo podem trazer consequências fatais, pois praticamente todos os sistemas fisiológicos serão afetados. Embora a água seja familiar a todos, ela tem algumas propriedades excepcionais.

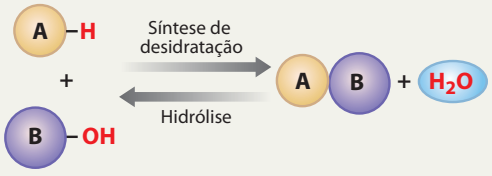
Propriedades importantes da água

Lubrificação

A água é um lubrificante eficaz porque há pouco atrito entre as moléculas de água. Assim, mesmo uma fina camada de água entre duas superfícies opostas reduzirá significativamente o atrito entre elas. A água diminui o atrito entre as articulações e nas cavidades do corpo.

Reatividade

As reações químicas nos corpos ocorrem na água, e as moléculas de água também participam de algumas reações, incluindo a hidrólise e a síntese de desidratação.



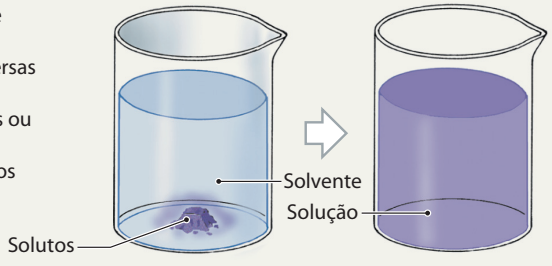
Alta capacidade térmica

Capacidade térmica é a habilidade de absorver e reter o calor. A água tem uma capacidade térmica notavelmente elevada, pois as moléculas de água no estado líquido se atraem pelas pontes de hidrogênio.

- A temperatura da água deve estar alta para que as moléculas individuais tenham energia suficiente para se libertarem e transformarem-se em vapor de água, um gás.
- A água carrega consigo uma grande quantidade de calor quando finalmente passa do estado líquido para o gasoso. Esse dado explica o efeito do resfriamento do suor em sua pele.
- Uma grande quantidade de água muda de temperatura muito lentamente. É a propriedade chamada de **inércia térmica**.

Solubilidade

Uma grande quantidade de compostos é solúvel (capaz de se dissolver) em água. As partículas individuais tornam-se dispersas dentro da água e o resultado é uma **solução** – uma mistura uniforme de duas ou mais substâncias. O meio no qual outros átomos, íons ou moléculas estão dispersos é denominado **solvente**; as substâncias dispersas são os **solutos**. Em **soluções aquosas**, a água é o solvente.



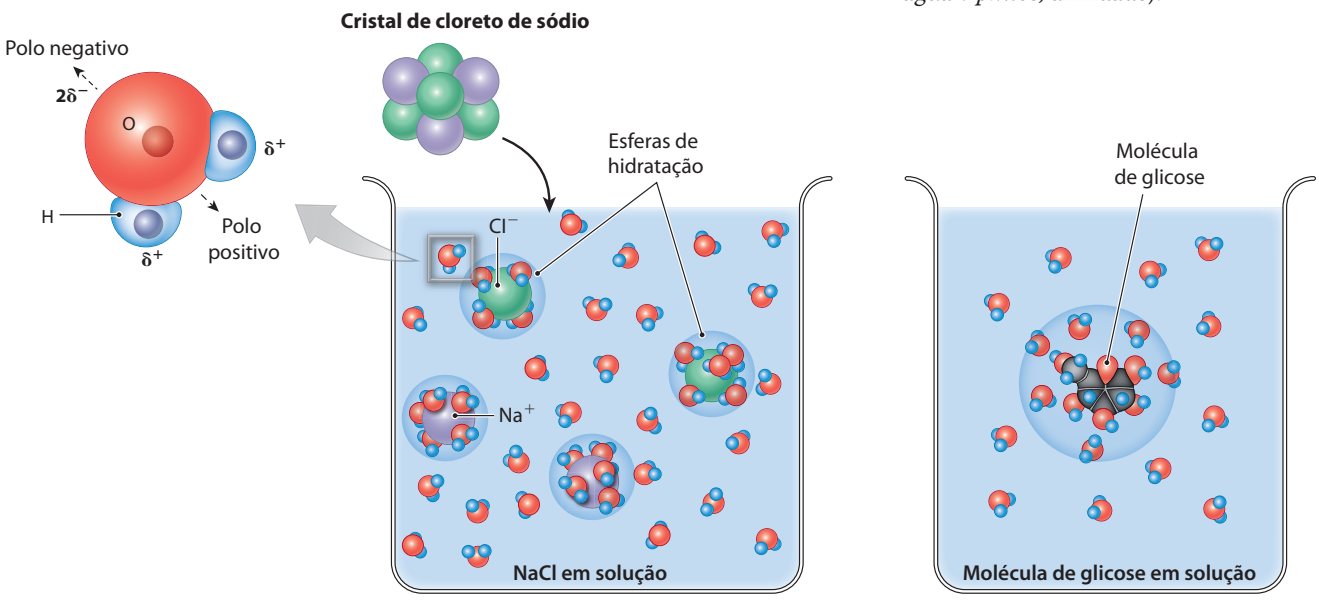
Os sistemas fisiológicos dependem de água

Muitos compostos no meio ambiente são mantidos juntos parcial ou totalmente por meio de ligações iônicas. Na água, esses compostos sofrem **ionização** ou **dissociação**. Nesse processo, as ligações iônicas são quebradas à medida que os íons individuais interagem com os polos positivos ou negativos de moléculas polares de água.

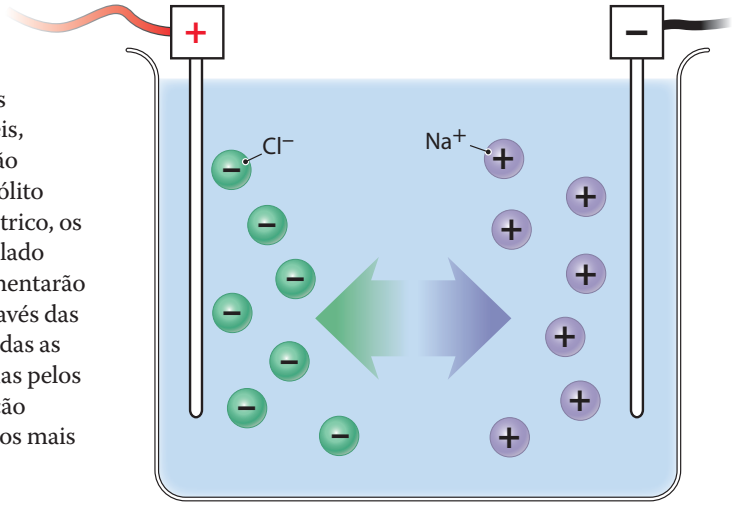
1 Uma molécula de água é denominada polar porque tem polos positivo e negativo. Essa polaridade decorre das posições assimétricas dos átomos de hidrogênio que estão conectados por ligações covalentes polares.

2 Em solução, um composto iônico dissocia-se à medida que as moléculas de água o fragmentam. Os ânions são rodeados pelos polos positivos das moléculas de água e os cátions são rodeados pelos polos negativos das moléculas de água. A camada das moléculas de água em torno de um íon em solução é chamada de **esfera de hidratação**.

3 As esferas de hidratação também se formam em torno de grandes moléculas que contêm ligações covalentes polares. Se a molécula se liga fortemente à água, como o faz a glicose, ela será carregada para dentro da solução – em outras palavras, se dissolverá. As moléculas que interagem prontamente com moléculas de água são chamadas de **hidrofílicas** (*hydro,* água + *philos,* afinidade).



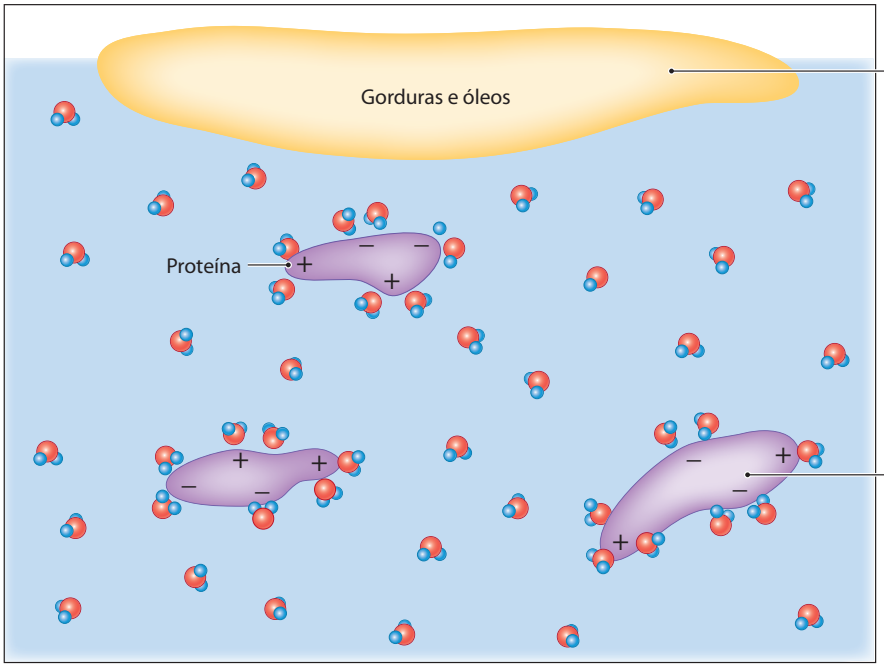
4 Uma solução aquosa contendo ânions e cátions conduzirá corrente elétrica. Compostos solúveis, cujos íons conduzem corrente elétrica em solução são chamados **eletrólitos**. O cloreto de sódio é um eletrólito importante nos fluidos corporais. Em um campo elétrico, os cátions em solução se movimentarão em direção ao lado negativo, ou terminal negativo, e os ânions se movimentarão em direção ao terminal positivo. Forças elétricas através das membranas celulares afetam o funcionamento de todas as células. As pequenas correntes elétricas transportadas pelos íons são essenciais para a contração muscular e função nervosa, dois temas que serão abordados em capítulos mais adiante.



5 Esta tabela lista os eletrólitos mais importantes. A dissociação de eletrólitos no sangue e em outros fluidos corporais libera uma grande variedade de íons. Alterações nas concentrações de eletrólitos nos fluidos corporais perturbará quase todas as funções vitais. Por exemplo, a diminuição dos níveis de potássio no organismo paralisa os músculos e a elevação desses níveis de potássio causará fraqueza e batimentos cardíacos irregulares. As concentrações de íons nos fluidos corporais são cuidadosamente reguladas principalmente pelos rins (excreção de íons), pelo sistema digestório (absorção de íons) e pelo sistema esquelético (armazenamento ou liberação de íons).

Eletrólitos importantes que se dissociam em fluidos corporais

Eletrólitos		Íons liberados
NaCl (cloreto de sódio)	→	$Na^+ + Cl^-$
KCl (cloreto de potássio)	→	$K^+ + Cl^-$
$CaPO_4$ (fosfato de cálcio)	→	$Ca^{2+} + PO_4^{2-}$
$NaHCO_3$ (bicarbonato de sódio)	→	$Na^+ + HCO_3^-$
$MgCl_2$ (cloreto de magnésio)	→	$Mg^{2+} + 2Cl^-$
Na_2HPO_4 (fosfato de sódio dibásico)	→	$2Na^+ + HPO_4^{2-}$
Na_2SO_4 (sulfato de sódio)	→	$2Na^+ + SO_4^{2-}$



Muitas moléculas apresentam poucas ou nenhuma ligação covalente polar. Tais moléculas não têm polos positivos e negativos e são consideradas apolares. Quando as moléculas apolares são expostas à água, as esferas de hidratação não se formam e as moléculas não se dissolvem. Moléculas que não interagem prontamente com a água são chamadas de **hidrofóbicas** (*hydro*, água + *phobos*, aversão). Entre as moléculas hidrofóbicas mais conhecidas estão as gorduras e os óleos de todos os tipos.

Os fluidos corporais normalmente contêm moléculas grandes e complexas, tais como proteínas, que são mantidas em solução pela sua associação com moléculas de água.

6 Uma solução contendo proteínas dispersas ou outras moléculas grandes é chamada de **coloide**. As partículas ou moléculas de um coloide permanecerão em solução indefinidamente. O álcool em gel para limpeza é uma solução coloide viscosa (espessa) familiar. Uma **suspensão** contém partículas ainda maiores que, se não mexidas, se estabelecerão fora da solução, em razão da força da gravidade. O sangue total é uma suspensão temporária, porque as células sanguíneas estão suspensas em um fluido chamado plasma. Se a coagulação é evitada, as células em uma amostra de sangue gradualmente decantarão.

Revisão do Módulo 2.6

a. Defina eletrólitos.

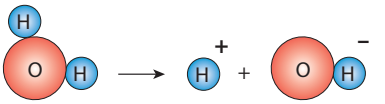
b. Diferencie moléculas hidrofílicas de moléculas hidrofóbicas.

c. Explique como o composto iônico cloreto de sódio dissolve-se em água.

A regulação do pH dos fluidos corporais é vital para a homeostase

Um átomo de hidrogênio envolvido em uma ligação química ou participando da reação de um produto químico pode facilmente perder seu elétron para se tornar um **íon de hidrogênio**, H^+. Os íons hidrogênio são extremamente reativos em solução. Em número excessivo, eles quebram ligações químicas, mudam as formas de moléculas complexas e, em geral, interferem nas funções de células e tecidos. Como resultado, a concentração de íons de hidrogênio nos fluidos corporais deve ser regulada com precisão.

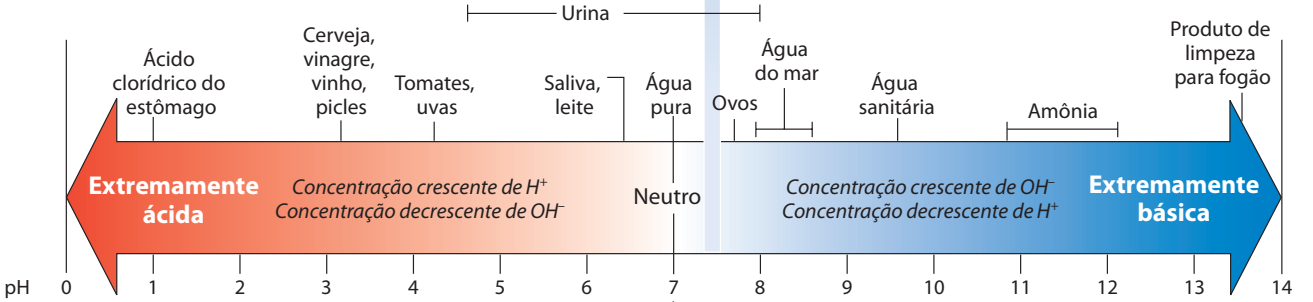
1 Alguns íons de hidrogênio estão normalmente presentes mesmo em uma amostra de água pura porque algumas moléculas de água dissociam-se espontaneamente, liberando um íon de hidrogênio, H^+, e um **íon de hidróxido, OH^-**.



2 A concentração de íons de hidrogênio nos fluidos corporais é importante nos processos fisiológicos. Essa concentração é geralmente conhecida como o **pH** de uma solução. Para líquidos comuns, a escala de pH oscila de 0 a 14. O aumento ou diminuição de uma unidade corresponde à alteração de um décuplo na concentração de H^+. Por exemplo, uma solução com um pH = 3 está 1.000 vezes mais ácida do que uma de pH = 6.

Sangue

O pH do sangue varia normalmente entre 7,35 e 7,45. Variações anormais no pH podem danificar células e tecidos em função da quebra de ligações químicas, alterando as formas das proteínas e funções celulares. A **acidose** é um estado fisiológico anormal causado pelo baixo pH do sangue (abaixo de 7,35); um pH abaixo de 7 pode produzir coma. A **alcalose** resulta de um pH anormalmente elevado (acima de 7,45); um sangue com pH acima de 7,8 geralmente provoca contrações musculares incontroláveis e contínuas.



Uma solução com pH menor que 7 é **ácida**, o que significa que ela contém mais íons de hidrogênio do que íons de hidróxido.

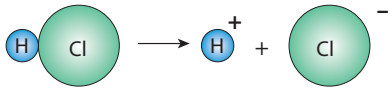
Uma solução com um pH de 7 é considerada **neutra**, porque contém números iguais de íons de hidrogênio e íons de hidróxido.

Um pH acima de 7 é **básico** ou **alcalino**, o que significa que ele tem mais íons de hidróxido do que íons de hidrogênio.

Ácidos e bases

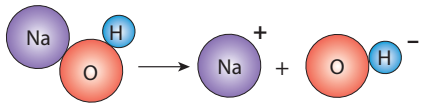
3 **Ácido** é qualquer soluto que se dissocia em solução e libera íons de hidrogênio, diminuindo, assim, o pH. Como um átomo de hidrogênio que perde seu elétron consiste em apenas um próton, os íons de hidrogênio são, muitas vezes, referidos simplesmente como prótons, e os ácidos, como doadores de prótons. Um ácido forte dissocia-se completamente em uma solução e a reação ocorre, essencialmente, em uma única direção. O **ácido clorídrico** (HCl) é um ácido forte representativo; na água ele se ioniza como segue:

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$



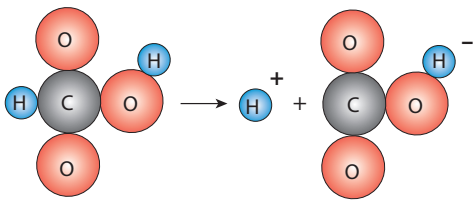
4 **Base** é um soluto que remove os íons de hidrogênio de uma solução e, assim, atua como um receptor de prótons. Em solução, muitas bases liberam um íon de hidróxido, que tem uma forte afinidade por íons de hidrogênio e reage rapidamente com eles, de modo a formar moléculas de água. Uma base forte dissocia-se totalmente em solução. O **hidróxido de sódio** (NaOH) é uma base forte; em solução, ele libera íons de sódio e íons de hidróxido:

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$



5 Os ácidos fracos e bases fracas não se dissociam completamente. No equilíbrio, um número significativo de moléculas permanece intacto na solução. Portanto, para um determinado número de moléculas em solução, os ácidos e as bases fracas têm menos impacto sobre o pH do que os ácidos e bases fortes. O **ácido carbônico** (H_2CO_3) é um ácido fraco encontrado em fluidos corporais. Em solução, o ácido carbônico dissocia-se em um íon hidrogênio e em um **íon de bicarbonato** (HCO_3^-), de forma reversível.

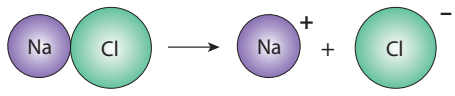
$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$



Sais

6 **Sal** é um composto iônico que consiste em qualquer cátion, exceto de um íon hidrogênio, e qualquer ânion, exceto um íon de hidróxido. Como eles são mantidos juntos por ligações iônicas, muitos sais dissociam-se completamente em água, liberando cátions e ânions. Por exemplo, o cloreto de sódio (sal de cozinha) dissocia-se imediatamente em água, liberando Na^+ e Cl^-, os íons mais abundantes nos fluidos corporais. A ionização de cloreto de sódio não afeta as concentrações locais de íons de hidrogênio ou íons de hidróxido, portanto, o NaCl, como muitos sais, é um soluto "neutro". Outros sais podem, indiretamente, afetar as concentrações de H^+ e OH^-, tornando uma solução ligeiramente ácida ou ligeiramente básica.

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$



Tampões

Os **tampões** são compostos que estabilizam o pH de uma solução pela remoção ou substituição de íons de hidrogênio. Os **sistemas tampão** geralmente envolvem um ácido fraco e seu sal relacionado, que funciona como uma base fraca. Por exemplo, o sistema tampão de ácido carbônico-bicarbonato do organismo consiste em ácido carbônico (H_2CO_3) e bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). Os tampões e os sistemas tampão em fluidos corporais ajudam a manter o pH dentro dos limites normais.

Revisão do Módulo 2.7

a. Defina pH.

b. Explique as diferenças entre um ácido, uma base e um sal.

c. Qual é o significado do pH nos sistemas fisiológicos?

1. Resposta objetiva

Liste quatro propriedades da água que são importantes para o funcionamento do corpo humano.

a _____

b _____

c _____

d _____

2. Atividade de associação

Associe os termos seguintes com a descrição mais próxima.

- solvente
- água
- tampões
- hidrofílica
- alcalose
- hidrofóbica
- ácido
- soluto
- alcalina
- sal

a _____ pH sanguíneo anormalmente alto

b _____ Substância dissolvida

c _____ Solução com um pH superior a 7

d _____ Moléculas que facilmente interagem com água

e _____ Meio fluido de uma solução

f _____ Composto iônico não contendo íons de hidrogênio ou íons de hidróxido

g _____ Compostos que estabilizam o pH nos fluidos corporais

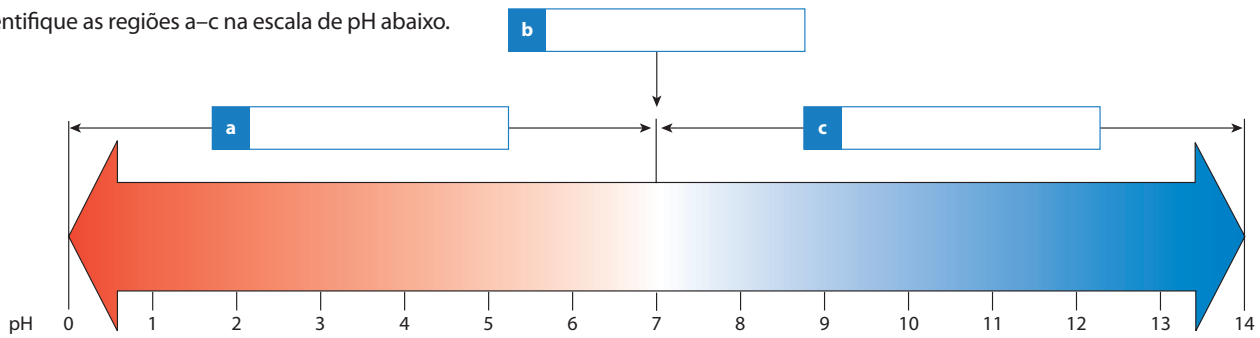
h _____ Solução com um pH de 6,5

i _____ Moléculas que não interagem com a água

j _____ Compõe dois terços do peso do corpo humano

3. Resposta objetiva

Identifique as regiões a–c na escala de pH abaixo.



d Quanto mais ou menos ácida é uma solução de pH 2 comparada com uma de pH 6? _____

e Descreva três efeitos negativos das flutuações de pH anormais no corpo humano.

_____

4. Integração de seções

A adição de sal de cozinha à água pura não altera o pH da água. Por quê?

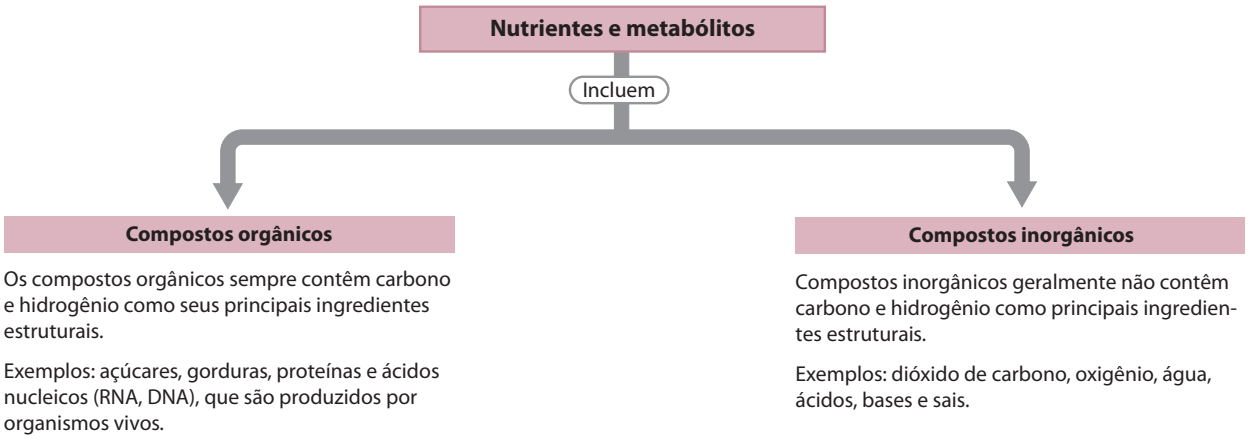
_____

_____

Metabólitos e nutrientes

Metabólitos (*metabole*, mudança) são todas as moléculas que podem ser sintetizadas ou quebradas por reações químicas (metabolizadas) dentro de nossos corpos.
Nutrientes são metabólitos essenciais que normalmente são obtidos a partir da dieta.
Nutrientes e metabólitos podem ser genericamente classificados como *orgânicos* ou *inorgânicos*.

Os **compostos orgânicos** sempre contêm os elementos carbono e hidrogênio, e geralmente oxigênio também. Os átomos de carbono normalmente formam uma longa cadeia unida por ligações covalentes. Em alguns casos, esses átomos de carbono podem formar ligações covalentes com nitrogênio, fósforo, enxofre, ferro ou outros elementos, bem como hidrogênio e oxigênio. **Compostos inorgânicos** frequentemente não têm carbono e hidrogênio como componentes primários, e as moléculas são mantidas juntas por ligações iônicas.



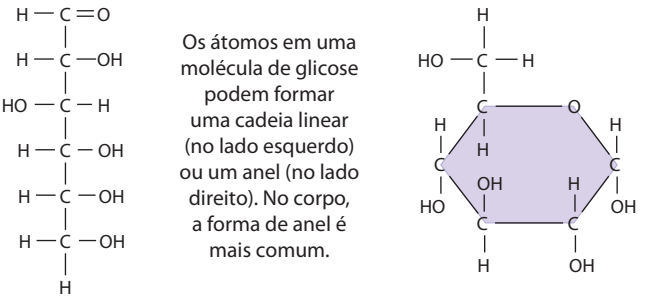
Nesta seção apresentamos as principais classes de compostos orgânicos. Mencionamos também como as enzimas auxiliam em reações de extrema importância dentro das células vivas, e como as células obtêm e transferem energia com compostos de alta energia especiais.

Os carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, geralmente em uma proporção de 1:2:1

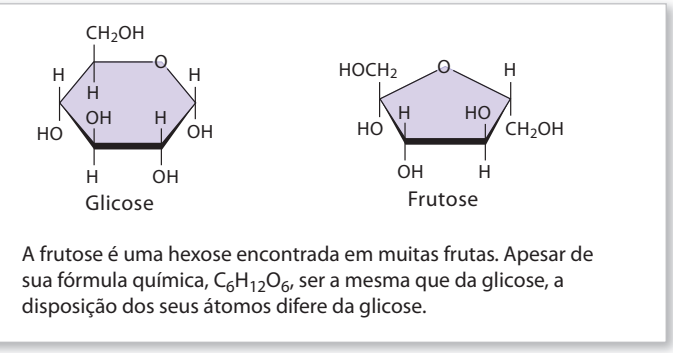
Carboidrato é uma molécula orgânica que contém carbono, hidrogênio e oxigênio a uma proporção de aproximadamente 1:2:1. Carboidratos conhecidos incluem os açúcares e amidos que compõem cerca de metade da dieta típica nos Estados Unidos. Os carboidratos respondem, em geral, por menos de 1,5% do peso total do corpo. Embora eles realmente tenham outras funções, os carboidratos são mais importantes como fontes de energia catabolizadas do que armazenadas.

Monossacarídeos

1 Açúcar simples, ou **monossacarídeo** (*mono-*, único + *sakcharon,* açúcar), é a unidade básica de um carboidrato. Um monossacarídeo pode conter de três a sete átomos de carbono, que podem, então, ser chamados de uma triose (três carbonos), tetrose (quatro carbonos), pentose (cinco carbonos), hexose (seis carbonos) ou heptose (sete carbonos). A hexose **glicose** é o "combustível" metabólico mais importante no corpo.



2 A estrutura tridimensional de uma molécula orgânica é uma característica importante, porque ela geralmente determina o destino ou função da molécula. Algumas moléculas têm a mesma fórmula molecular – em outras palavras, os mesmos tipos e número de átomos, mas estruturas diferentes. O corpo costuma tratá-las como moléculas distintas.



A frutose é uma hexose encontrada em muitas frutas. Apesar de sua fórmula química, $C_6H_{12}O_6$, ser a mesma que da glicose, a disposição dos seus átomos difere da glicose.

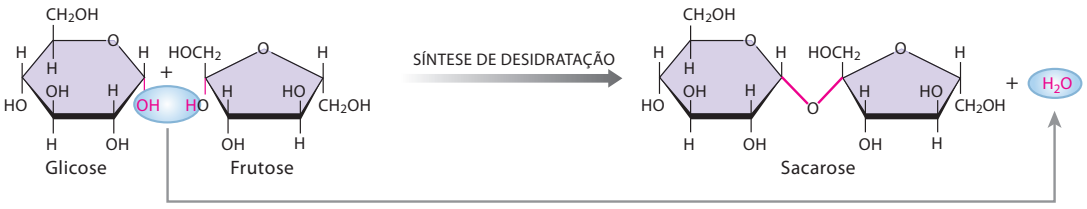
Carboidratos no corpo

Classe estrutural	Exemplos	Função primária	Comentários
Monossacarídeos (açúcares simples)	Glicose, frutose	Fonte de energia	Produzidos no corpo e obtidos a partir de alimentos; distribuídos nos fluidos corporais
Dissacarídeos	Sacarose, lactose, maltose	Fonte de energia	A sacarose é o açúcar comum, a lactose está presente no leite e a maltose é o açúcar do malte; tudo deve ser quebrado em monossacarídeos para que sejam absorvidos pelo corpo
Polissacarídeos	Glicogênio	Armazenagem de glicose	O glicogênio é produzido em células do músculo esquelético e células do fígado

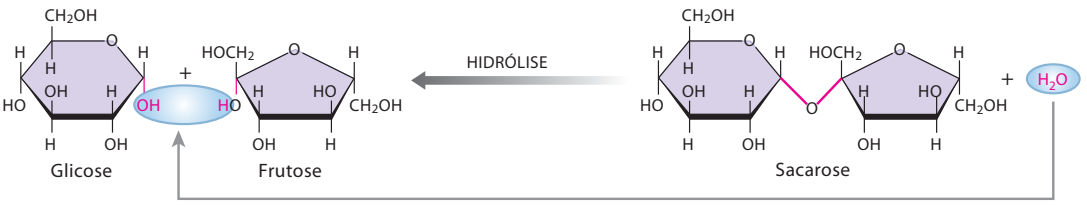
Dissacarídeos

Dois monossacarídeos unidos formam um **dissacarídeo** (*di-*, dois). Os dissacarídeos, tal como a **sacarose** (açúcar), têm um sabor doce e, como os monossacarídeos, são bastante solúveis em água. A formação de sacarose envolve a condensação ou síntese de desidratação.

3 Durante a síntese de desidratação, duas moléculas juntam-se pela remoção de uma molécula de água.

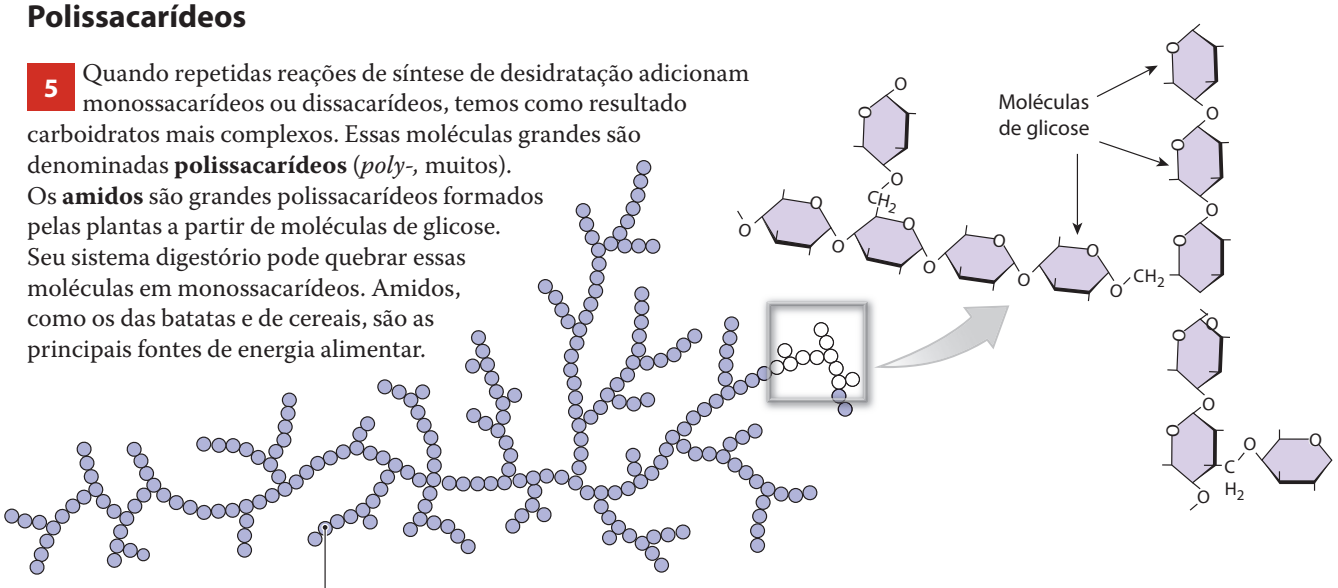


4 A hidrólise inverte as etapas da síntese de desidratação; uma molécula complexa é quebrada pela adição de uma molécula de água.



Polissacarídeos

5 Quando repetidas reações de síntese de desidratação adicionam monossacarídeos ou dissacarídeos, temos como resultado carboidratos mais complexos. Essas moléculas grandes são denominadas **polissacarídeos** (*poly-*, muitos). Os **amidos** são grandes polissacarídeos formados pelas plantas a partir de moléculas de glicose. Seu sistema digestório pode quebrar essas moléculas em monossacarídeos. Amidos, como os das batatas e de cereais, são as principais fontes de energia alimentar.



O polissacarídeo **glicogênio**, ou amido animal, tem muitas ramificações laterais que consistem em cadeias de moléculas de glicose. As células musculares produzem e armazenam glicogênio. Quando essas células têm uma alta demanda por glicose, as moléculas de glicogênio são quebradas; quando a demanda é baixa, elas absorvem a glicose da corrente sanguínea e reconstroem as reservas de glicogênio.

Revisão do Módulo 2.8

a. Liste as três classes estruturais de carboidratos e dê um exemplo de cada um.

b. Cite as proporções de C: H: O nos carboidratos e descreva suas principais funções no corpo.

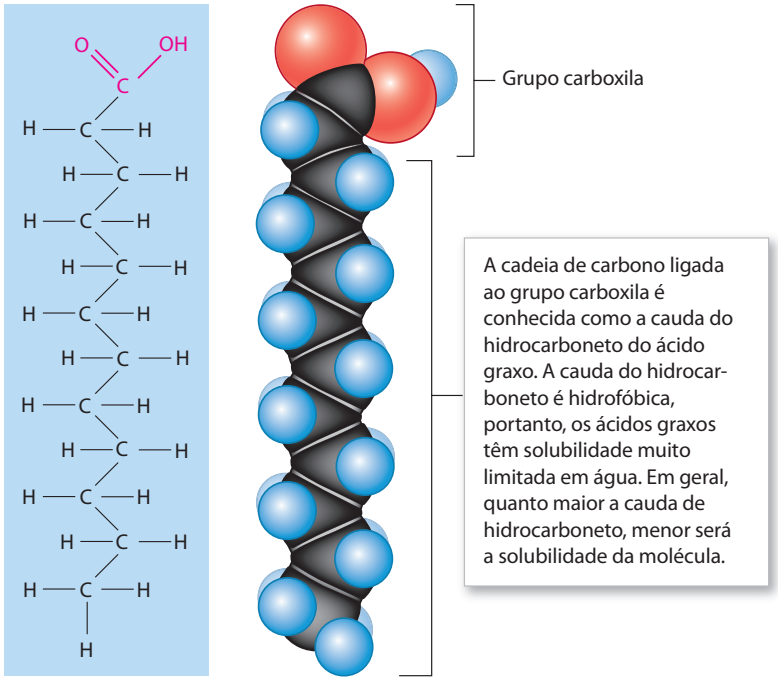
c. Informe os reagentes e o tipo de reação química envolvidos quando as células musculares produzem e armazenam glicogênio.

Os lipídios geralmente apresentam uma proporção de carbono-hidrogênio de 1:2

Assim como os carboidratos, os **lipídios** (*lipos,* gordura) contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, e a proporção de carbono-hidrogênio é geralmente próxima de 1:2. No entanto, os lipídios contêm muito menos oxigênio do que os carboidratos, com o mesmo número de átomos de carbono. A proporção de hidrogênio-oxigênio é, portanto, muito grande; um lipídio representativo, tal como o ácido láurico, tem uma fórmula de $C_{12}H_{24}O_2$. Os lipídios podem também conter pequenas quantidades de fósforo, nitrogênio ou enxofre. Os lipídios mais familiares incluem gorduras, óleos e ceras. A maioria dos lipídios é insolúvel (não se dissolve) na água, mas os mecanismos especiais de transporte os conduz no sangue que circula em nosso organismo.

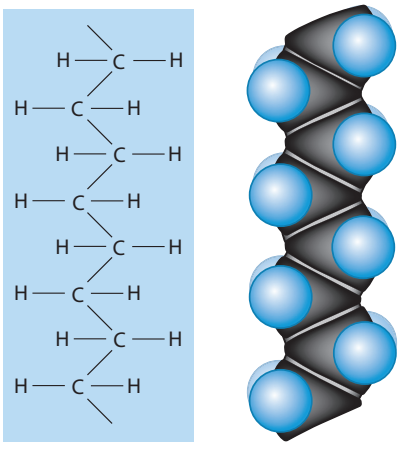
Ácidos graxos

1 Os **ácidos graxos** são longas cadeias de carbono com átomos de hidrogênio. Uma extremidade da cadeia de carbono, denominada cabeça, tem sempre um **grupo carboxila**: —COOH.

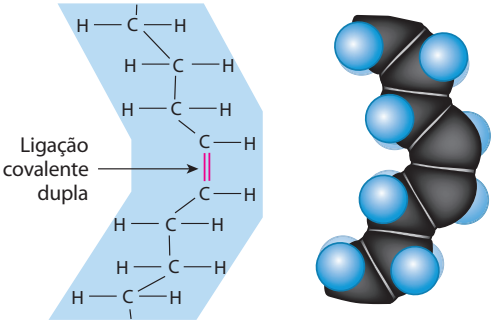


Ácido láurico ($C_{12}H_{24}O_2$)

2 Cada átomo de carbono de um **ácido graxo saturado** tem na cauda quatro ligações covalentes simples.



3 Em um **ácido graxo insaturado**, uma ligação covalente simples ou mais entre os átomos de carbono foi substituída por uma ligação covalente dupla. Como resultado, cada átomo de carbono envolvido se ligará a somente um átomo de hidrogênio, em vez de dois. Isso modifica tanto a forma da cauda do hidrocarboneto como a forma que o corpo metaboliza o ácido graxo. Um ácido graxo monoinsaturado tem uma ligação dupla na cauda de hidrocarboneto. Um ácido graxo poli-insaturado contém várias ligações duplas.



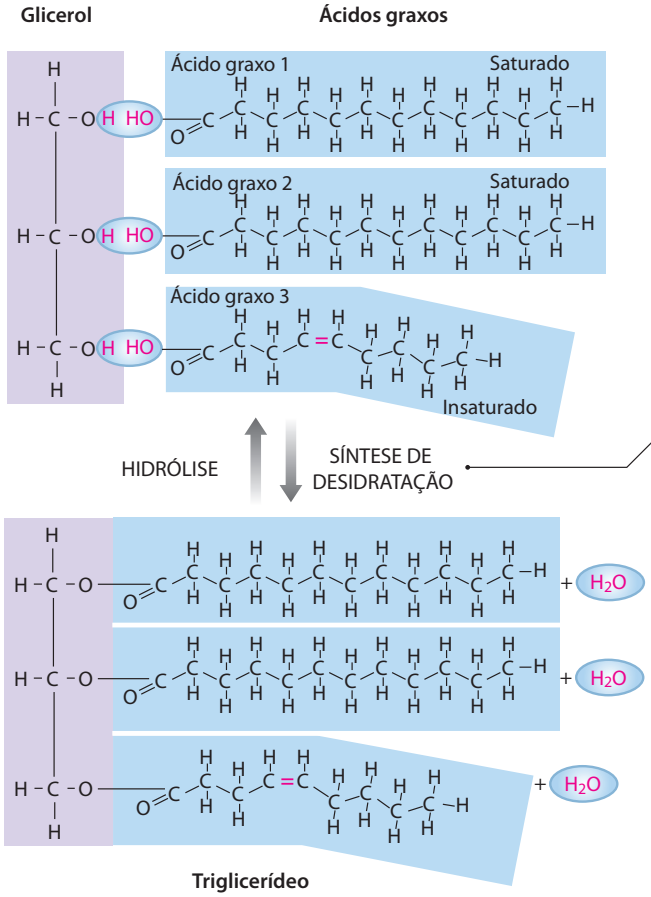
Lipídios representativos no corpo

Tipo de lipídio	Exemplos	Funções primárias	Comentários
Ácidos graxos	Ácido láurico	Fontes de energia	Absorvido de alimentos ou sintetizado nas células; transportado no sangue
Gorduras	Monoglicerídeos, diglicerídeos, triglicerídeos	Fontes de energia, armazenamento de energia, isolamento e proteção física	Armazenado como depósitos de gorduras; deve ser quebrado em ácidos graxos e glicerol antes de serem usados como fonte de energia
Esteroides	Colesterol	Componentes estruturais das membranas celulares, hormônios, secreções digestórias na bile	Todos os esteroides têm a mesma estrutura de anel de carbono
Fosfolipídios, glicolipídios	Lecitina (um fosfolipídio)	Componentes estruturais das membranas celulares	Derivados de ácidos graxos e componentes não lipídicos

Gorduras

4 Os ácidos graxos individuais não podem ser ligados entre si por síntese de desidratação. Mas podem ser ligados a outro composto, o **glicerol**, por meio de uma reação semelhante. As **gorduras** mais comuns no corpo são os triglicerídeos.

Os lipídios são componentes estruturais essenciais de todas as células. Além disso, os depósitos lipídicos são importantes reservas de energia. Em média, os lipídios fornecem aproximadamente duas vezes mais energia do que os carboidratos, grama por grama, quando quebrados dentro do corpo. Os lipídios geralmente respondem por 12% a 18% do peso total do corpo em homens adultos, e por 18% a 24% nas mulheres. Você é incapaz de sintetizar todos os lipídios que seu corpo necessita, portanto, deve ingerir vários ácidos graxos na sua alimentação.



A síntese de desidratação pode produzir um **monoglicerídeo**, consistindo em glicerol + um ácido graxo. As reações subsequentes podem originar um **diglicerídeo** (glicerol + dois ácidos graxos) e, em seguida, um **triglicerídeo** (glicerol + três ácidos graxos). A hidrólise quebra os glicerídeos em ácidos graxos e glicerol.

Revisão do Módulo 2.9

a. Descreva os lipídios.

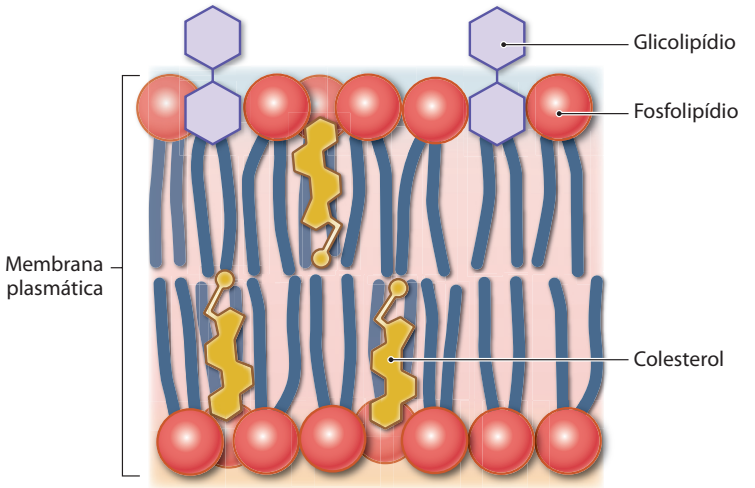
b. Compare as estruturas de ácidos graxos saturados e insaturados.

c. Na hidrólise de um triglicerídeo, quais são os reagentes e quais são os produtos?

Os esteroides, fosfolipídios e glicolipídios têm funções distintas

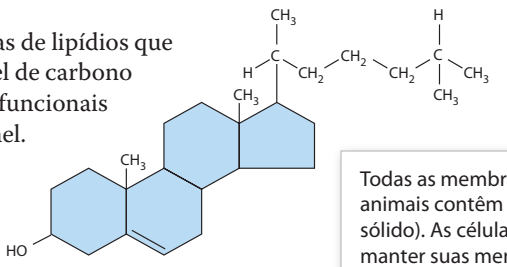
Os lipídios são importantes como mensageiros químicos e como componentes das estruturas celulares.

1 Os **lipídios estruturais**, como colesterol, fosfolipídios e glicolipídios, ajudam a formar e a manter a membrana plasmática e também as membranas intracelulares. No nível celular, as membranas são camadas compostas principalmente de lipídios hidrofóbicos. Funcionalmente, uma membrana é uma barreira que separa, de forma eficaz, duas soluções aquosas de composições diferentes. A membrana plasmática é o limite externo de uma célula. Ela separa os conteúdos intracelulares dos arredores da célula.



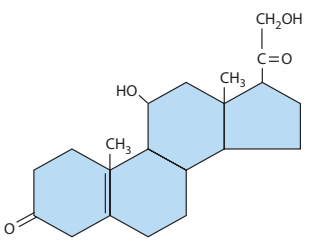
Esteroides

2 Os **esteroides** são grandes moléculas de lipídios que compartilham uma estrutura de anel de carbono característica. Elas diferem pelos grupos funcionais que estão ligados à estrutura básica do anel.



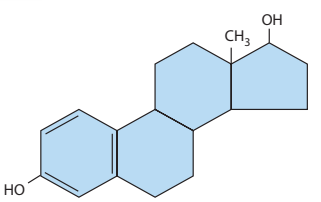
Colesterol

Todas as membranas plasmáticas de células animais contêm **colesterol** (*chole-*, bile + *stereos*, sólido). As células necessitam de colesterol para manter suas membranas plasmáticas, bem como para o crescimento e divisão celular.

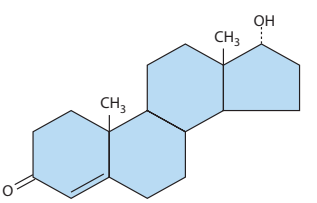


Cortisol

O cortisol, um hormônio produzido no córtex adrenal, é importante na regulação do metabolismo do tecido.



Estrogênio

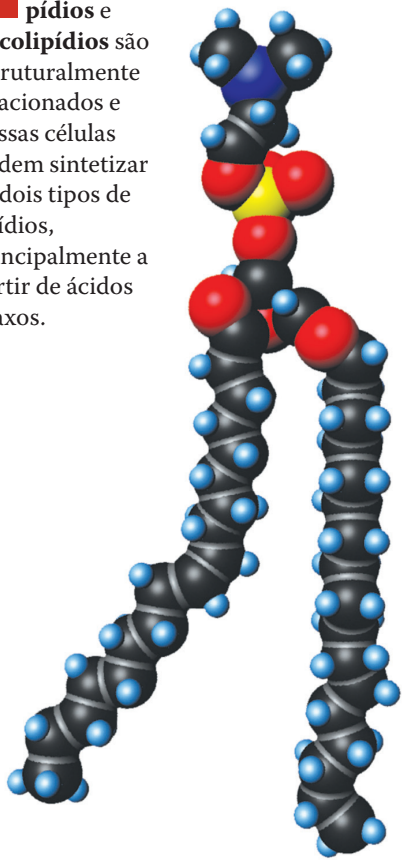


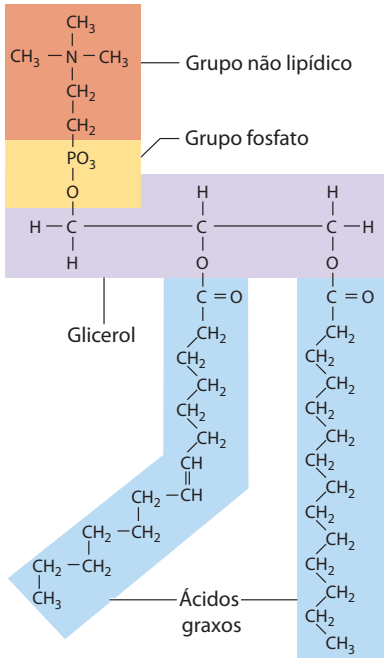
Testosterona

Alguns hormônios esteroides estão envolvidos na regulação da função sexual. Exemplos incluem os hormônios sexuais estrogênio e testosterona.

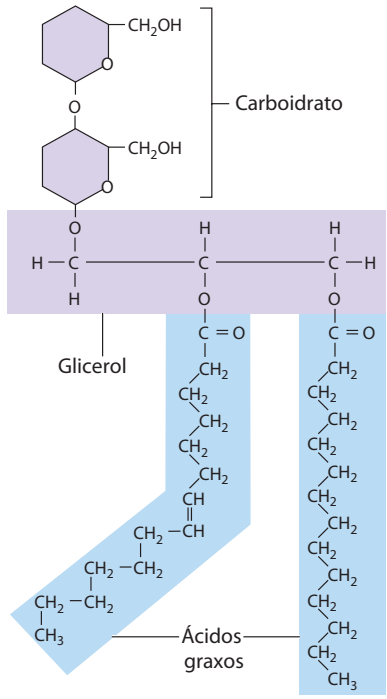
Fosfolipídios e glicolipídios

3 Os **fosfolipídios** e **glicolipídios** são estruturalmente relacionados e nossas células podem sintetizar os dois tipos de lipídios, principalmente a partir de ácidos graxos.

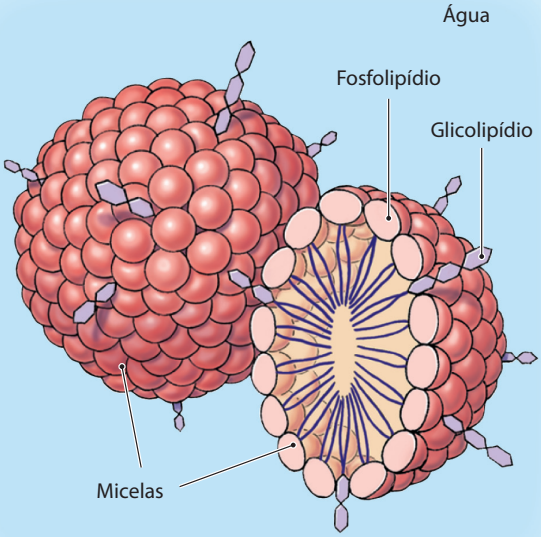




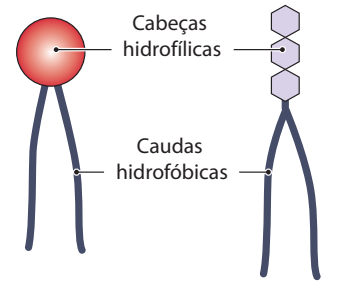
Em um fosfolipídio, um grupo fosfato liga um diglicerídeo a um grupo não lipídico.



Em um glicolipídio, um carboidrato está anexado a um diglicerídeo.



4 As longas caudas de hidrocarbonetos de fosfolipídios e glicolipídios são hidrofóbicas, mas as extremidades opostas, as cabeças não lipídicas, são hidrofílicas. Na água, um grande número dessas moléculas tende a formar gotículas, ou **micelas**, e as porções hidrofílicas ficam do lado de fora. A maioria das refeições contém uma mistura de lipídios e de outras moléculas orgânicas, e as micelas se formam à medida que o sistema digestório decompõe o alimento.



Revisão do Módulo 2.10

a. Por que o colesterol é necessário ao organismo?

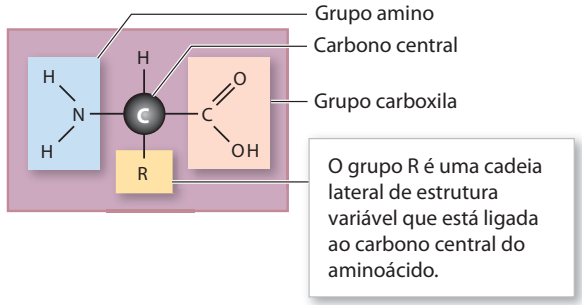
b. Descreva as funções básicas dos esteroides, dos fosfolipídios e dos glicolipídios.

c. Descreva as orientações dos fosfolipídios e dos glicolipídios quando eles formam uma micela.

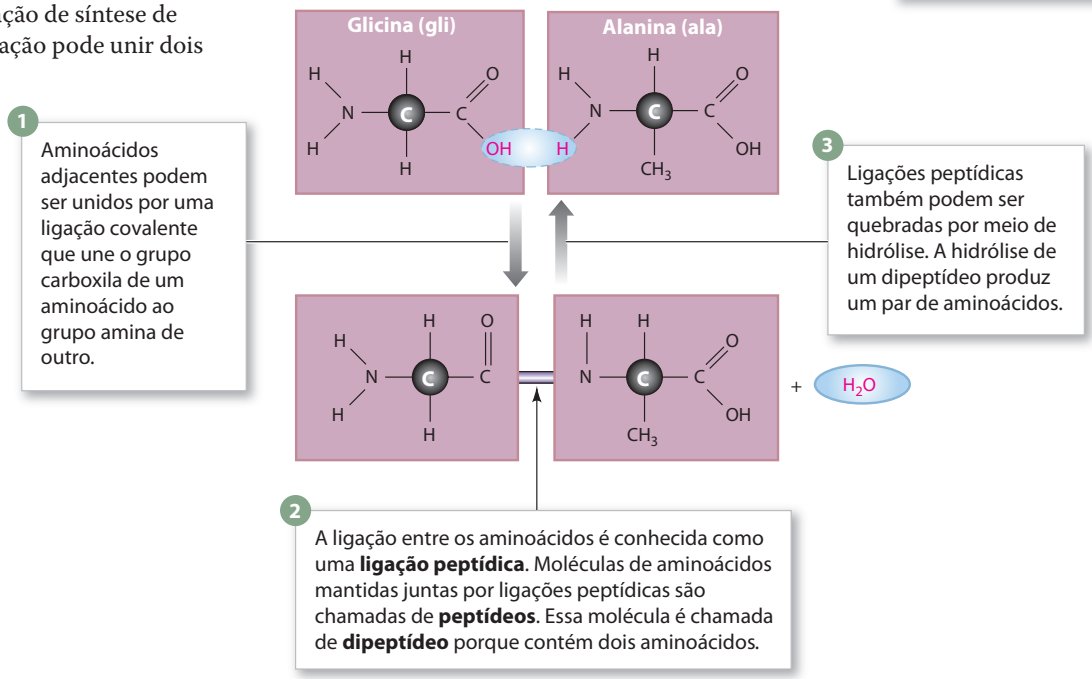
As proteínas são formadas a partir de aminoácidos

As **proteínas** são os componentes orgânicos mais abundantes do corpo humano e, de muitas maneiras, os mais importantes. O corpo humano contém diversos tipos de proteínas e elas são responsáveis por aproximadamente 20% do peso corporal total. Todas as proteínas contêm carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio; pequenas quantidades de enxofre e fósforo também podem estar presentes. As proteínas consistem em cadeias longas de moléculas orgânicas chamadas **aminoácidos**. Há vinte tipos diferentes de aminoácidos no nosso organismo, em quantidades significativas. Uma proteína típica contém mil aminoácidos; os complexos maiores de proteína contêm 100 mil ou mais. A forma tridimensional da proteína desempenha um papel importante na determinação de suas propriedades funcionais.

1 Todo aminoácido tem os mesmos elementos estruturais básicos.



2 Uma reação de síntese de desidratação pode unir dois aminoácidos.

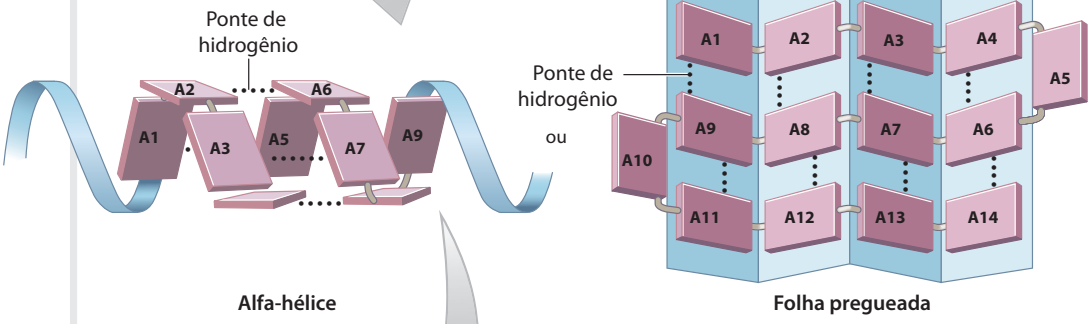


3 A cadeia pode ser aumentada pela adição de mais aminoácidos. Anexar um terceiro aminoácido produz um tripeptídeo. Tripeptídeos e cadeias de peptídeos maiores são chamadas de **polipeptídeos**. Os polipeptídeos que contêm mais de cem aminoácidos geralmente são chamados de proteínas. As proteínas podem ter quatro níveis de complexidade estrutural. O nível de complexidade estrutural mais básico é chamado de estrutura primária.

Estrutura primária de uma proteína

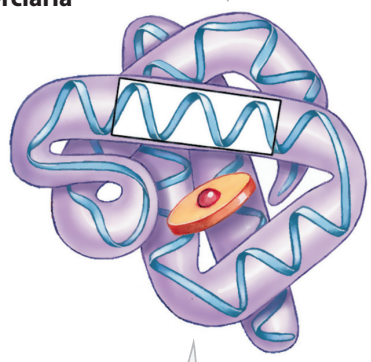
Estrutura primária é a sequência de aminoácidos ao longo da cadeia de um único polipeptídeo.

Estrutura secundária



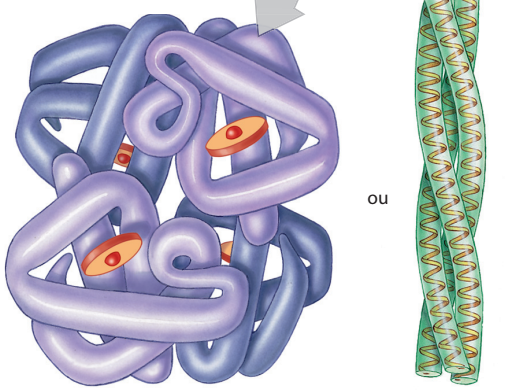
A **estrutura secundária** resulta de ligações entre átomos em diferentes partes da cadeia polipeptídica. As pontes de hidrogênio, por exemplo, podem criar uma espiral simples, conhecida como uma alfa-hélice, ou uma folha pregueada plana.

Estrutura terciária



A **estrutura terciária** resulta do complexo enrolamento e dobramento que dá à proteína sua forma tridimensional definitiva. A estrutura terciária resulta, principalmente, de interações entre a cadeia polipeptídica e as moléculas de água circundantes, e, em menor grau, de interações entre os grupos R de aminoácidos em partes distintas da molécula de proteína.

Estrutura quaternária



Hemoglobina
(proteína globular)

Queratina
(proteína fibrosa)

A **estrutura quaternária** resulta da interação entre cadeias polipeptídicas individuais para formar um complexo proteico. A proteína **hemoglobina** contém quatro subunidades polipeptídicas. A hemoglobina é encontrada dentro dos glóbulos vermelhos, nos quais ela liga e transporta o oxigênio. Esse é um exemplo de uma proteína globular. Na **queratina** e no **colágeno**, proteínas estruturais comuns do corpo, três subunidades lineares se entrelaçam, formando uma proteína fibrosa.

À medida que a temperatura corporal sobe além de sua variação normal, o formato da proteína se modifica e a função enzimática se deteriora. Eventualmente, a proteína sofre uma **desnaturação**, uma alteração na estrutura terciária ou quaternária. Temperaturas corporais muito altas (acima de 43 °C) são fatais porque a desnaturação de proteínas estruturais e enzimas rapidamente causam danos irreparáveis aos órgãos e sistemas de órgãos.

Revisão do Módulo 2.11

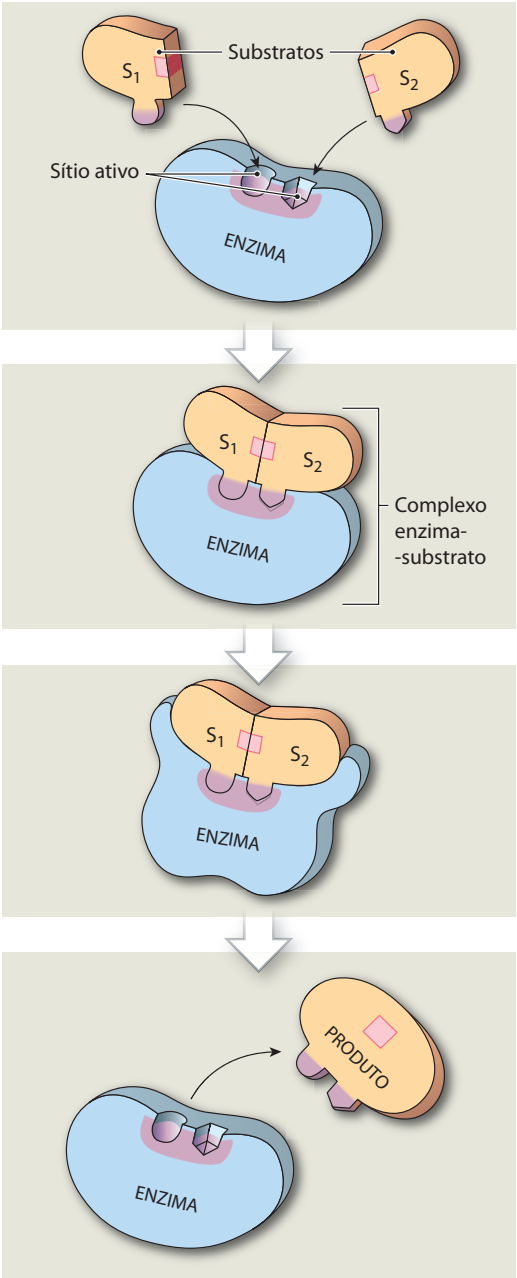
a. Descreva o que são proteínas.

b. Que tipos de ligações se formam durante a síntese de desidratação de dois aminoácidos?

c. Como a fervura de uma proteína afeta suas propriedades estruturais e funcionais?

As enzimas são proteínas com funções reguladoras importantes

Quase tudo o que acontece dentro do corpo humano ocorre porque uma enzima específica torna isso possível. Os reagentes em reações enzimáticas são chamados de **substratos**. Tal como em outros tipos de reações químicas, as interações entre os substratos dão origem a produtos específicos. Antes de uma enzima funcionar como um catalisador – para acelerar uma reação química sem que ela própria seja permanentemente alterada ou consumida –, os substratos devem se ligar a uma região especial da enzima.



1 A ligação do substrato depende das formas das moléculas participantes. A ligação do substrato ocorre no **sítio ativo**, normalmente uma ranhura ou uma depressão nas quais um ou mais substratos abrigam-se, como uma chave encaixando-se em uma fechadura. Forças de atração elétrica fracas, como uma ponte de hidrogênio, reforçam o encaixe físico. A estrutura terciária ou quaternária da molécula de enzima determina a forma do sítio ativo. Cada enzima catalisa apenas um tipo de reação, uma característica chamada de **especificidade**. A especificidade enzimática é determinada pela habilidade de seus sítios ativos ligarem-se apenas a substratos com formas e cargas específicas.

2 A ligação do substrato produz um **complexo enzima-substrato**. Cada célula contém uma variedade de enzimas e qualquer enzima em particular pode estar ativa sob determinadas condições e inativas sob outras. Virtualmente, qualquer coisa que altere a forma terciária ou quaternária de uma enzima pode "acioná-la" ou "desligá-la", ao alterar as propriedades do sítio ativo e evitar a formação de um complexo enzima-substrato. Como a mudança é imediata, a ativação ou inativação da enzima é um método de controle de curto prazo importante sobre taxas de reação e vias.

3 A ligação do substrato geralmente resulta em uma alteração temporária e reversível no formato da enzima. Essa mudança pode favorecer a reação, por submeter as moléculas do substrato a estresse físico. A enzima, em seguida, promove a formação de um produto. Em alguns casos, a mudança no formato da enzima, que acompanha a ligação ao substrato, é suficiente para catalisar a reação. Em outros casos, uma fonte externa deve fornecer a energia de ativação necessária.

4 O produto pronto, em seguida, desliga-se do sítio ativo e a enzima fica livre para repetir o processo. Quando cada molécula de enzima envolve-se nessa sequência de reações cíclicas em alta velocidade, o aumento na concentração de substrato não afeta a velocidade da reação.

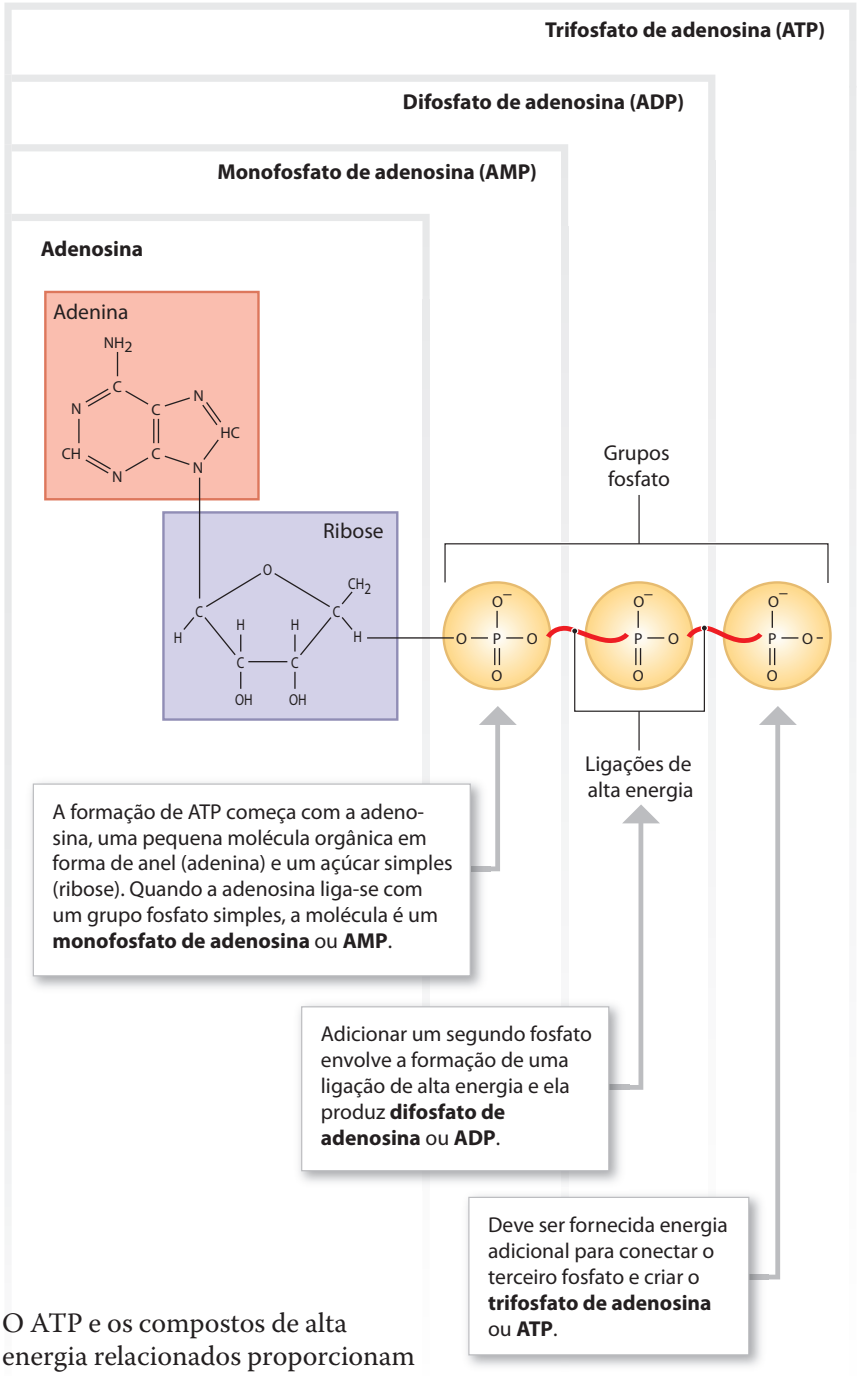
Revisão do Módulo 2.12

a. Defina sítio ativo.

b. Como são chamados os reagentes em uma reação enzimática?

c. Relacione a estrutura de uma enzima à sua especificidade de reação.

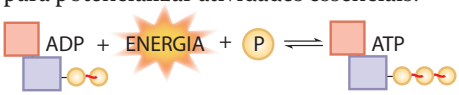
Os compostos de alta energia podem armazenar e transferir uma parte da energia liberada durante as reações enzimáticas



O ATP e os compostos de alta energia relacionados proporcionam a energia que potencializa muitas funções vitais, incluindo a contração muscular e as reações enzimáticas responsáveis pela síntese de proteínas, carboidratos e lipídios.

1 As enzimas podem catalisar sínteses, decomposições ou reações de permuta. Quando a formação do produto requer um doador de energia, aquele doador geralmente é um **composto de alta energia**. Compostos de alta energia contêm **ligações de alta energia**, ligações covalentes cuja quebra libera energia sob condições controladas. O composto de alta energia mais comum é o **trifosfato de adenosina** ou **ATP**.

2 A formação de ATP a partir do ADP é uma reação reversível. A energia armazenada no ATP é liberada quando ela decompõe-se em ADP. As células podem sintetizar ATP em um local e, em seguida, quebrá-lo em outro, aproveitando a energia liberada para potencializar atividades essenciais.



Revisão do Módulo 2.13

a. De onde as células obtêm a energia necessária para suas funções vitais?

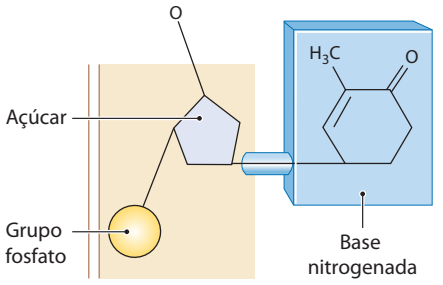
b. Descreva o ATP.

c. Compare o AMP com o ADP.

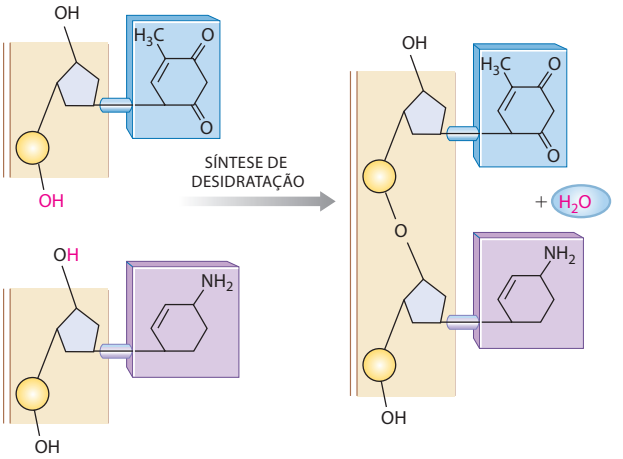
O DNA e o RNA são ácidos nucleicos

Os **ácidos nucleicos** são moléculas orgânicas grandes compostas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e fósforo. As duas classes de moléculas de ácido nucleico são **ácido desoxirribonucleico** ou **DNA** e **ácido ribonucleico** ou **RNA**. O papel principal dos ácidos nucleicos é armazenar e transferir informação – mais especificamente, informação essencial para a síntese de proteínas pelas células. Um ácido nucleico consiste em uma ou duas cadeias longas formadas por síntese de desidratação. As subunidades individuais de um ácido nucleico são chamadas de **nucleotídeos**.

1 Um nucleotídeo comum consiste em um grupo fosfato, um açúcar e uma molécula orgânica conhecida como **base nitrogenada**. O monofosfato de adenosina (AMP) é um exemplo de nucleotídeo que você já conhece.

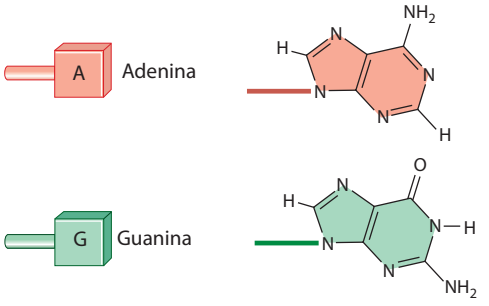


2 O fosfato e o açúcar dos nucleotídeos adjacentes podem ser ligados por síntese de desidratação, criando as longas cadeias que compreendem os ácidos nucleicos funcionais. O "eixo" dessa molécula é uma sequência linear açúcar-fosfato-açúcar, com as bases nitrogenadas projetando-se para um dos lados. Tanto no DNA como no RNA, é a sequência de bases nitrogenadas que carrega a informação para a produção de proteínas.

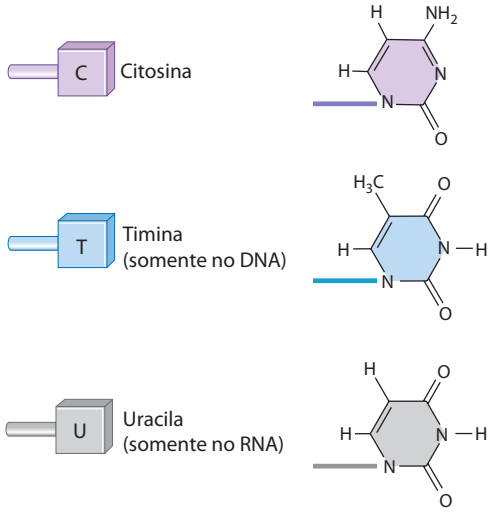


Bases nitrogenadas

A **adenina** e a **guanina** são encontradas tanto no DNA como no RNA.



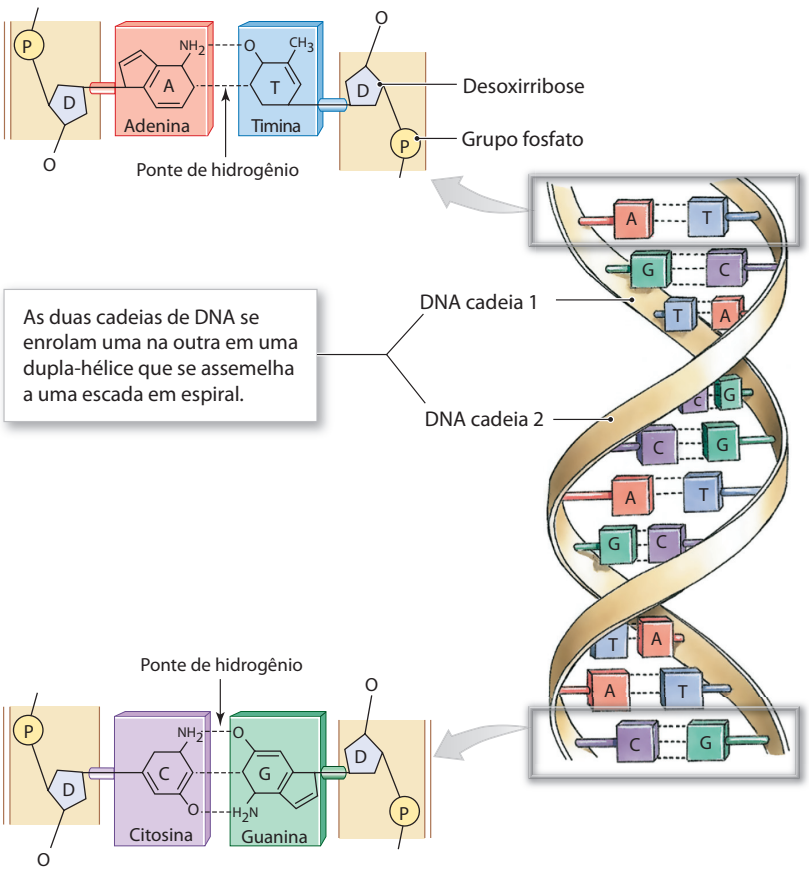
O DNA e o RNA contêm **citosina**. A **timina** é encontrada apenas no DNA e a **uracila** é encontrada apenas no RNA.



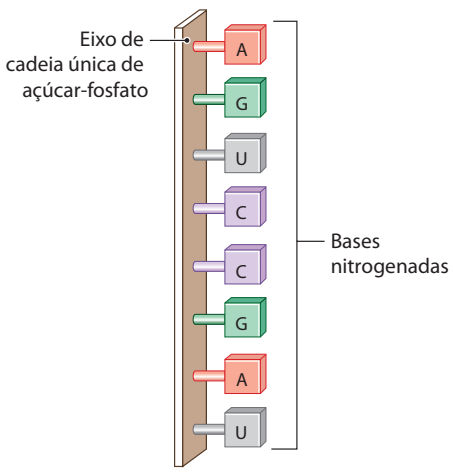
Comparação do DNA com o RNA

Característica	DNA	RNA
Açúcar	Desoxirribose	Ribose
Bases nitrogenadas	Adenina (A), guanina (G), citosina (C), timina (T)	Adenina, guanina, citosina, uracila (U)
Número de nucleotídeos em uma molécula típica	Sempre mais de 45 milhões	Varia de menos de 100 até aproximadamente 50.000
Formato da molécula	Cadeias paralelas dispostas em uma dupla-hélice	Varia de acordo com as pontes de hidrogênio de cada um dos três tipos principais (RNAm, RNAt, RNAr) ao longo da cadeia
Função	Armazena informação genética que controla a síntese de proteína	Realiza síntese de proteína conforme direcionado pelo DNA

3 Uma molécula de DNA consiste em um par de cadeias de nucleotídeos. As pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas opostas mantêm as duas cadeias unidas. As formas das bases nitrogenadas permitem que a adenina se ligue apenas à timina e a citosina se ligue apenas à guanina. Como resultado, as combinações adenina-timina (A-T) e citosina-guanina (C-G) são conhecidas como **pares de bases complementares**, e as duas cadeias de nucleotídeos da molécula de DNA são conhecidas como **cadeias complementares**.



4 Uma molécula de RNA consiste em uma única cadeia de nucleotídeos. Sua forma e, portanto, sua função dependem da ordem dos nucleotídeos e das interações entre eles.



Revisão do Módulo 2.14

a. Descreva o que são ácidos nucleicos.

b. Explique como as cadeias de DNA complementares são mantidas juntas.

c. Qual é o tipo de ácido nucleico de uma grande molécula orgânica composta de ribose, bases nitrogenadas e grupos fosfato?

1. Atividade de associação

Associe os termos seguintes com a descrição mais adequada.

• monossacarídeo	**a** _____	Polissacarídeo com papel de armazenamento de energia em tecidos animais
• ATP	**b** _____	Molécula de dissacarídeo
• poli-insaturados	**c** _____	Ácido graxo com mais de uma ligação covalente dupla C=C
• glicerol	**d** _____	Região de uma enzima que se liga ao substrato
• colesterol	**e** _____	Molécula de três carbonos que se liga com ácidos graxos
• sacarose	**f** _____	Esteroide essencial para as membranas plasmáticas
• glicogênio	**g** _____	Composto de alta energia formado por adenosina e três grupos fosfato
• sítio ativo	**h** _____	Ácido nucleico que contém o açúcar ribose
• nucleotídeo	**i** _____	Ligação covalente entre os grupos carboxila e amino de aminoácidos adjacentes
• RNA	**j** _____	Molécula orgânica que consiste em um açúcar, um grupo fosfato e uma base nitrogenada
• peptídeo	**k** _____	Açúcar simples

2. Vocabulário

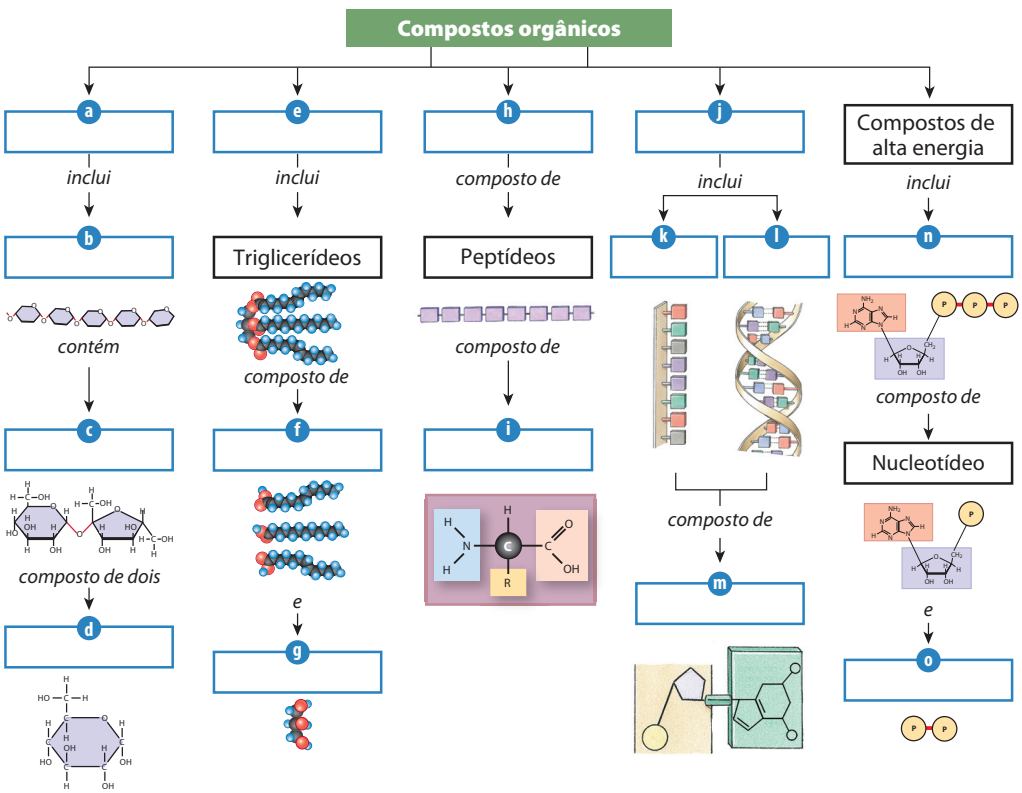
No espaço fornecido, escreva os termos em negrito introduzidos nesta seção que contenham parte da palavra indicada.

Parte da palavra	Signifcado	Termos
a poli-	muitos	_____
b tri-	três	_____
c di-	dois	_____
d glico-	açúcar	_____

3. Mapa conceitual

Utilize cada um dos seguintes termos apenas uma vez para preencher os espaços em branco, completando corretamente os compostos orgânicos no mapa conceitual.

- lipídios
- carboidratos
- ácidos nucleicos
- dissacarídeos
- RNA
- ácidos graxos
- grupos fosfato
- glicerol
- polissacarídeos
- proteínas
- monossacarídeos
- ATP
- aminoácidos
- DNA
- nucleotídeos



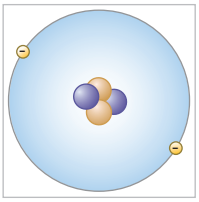
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Átomos e moléculas

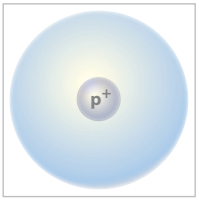
- massa
- átomo
- partículas subatômicas
- prótons
- nêutrons
- elétrons
- núcleo
- nuvem de elétrons
- molécula



2.1

Átomos típicos contêm prótons, nêutrons e elétrons

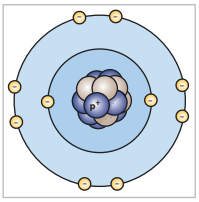
- número atômico
- número de massa
- elemento
- nuvem de elétrons
- camada de elétrons
- isótopos
- peso atômico
- unidade de massa atômica (uma)
  - dálton
- oligoelementos
- símbolo químico



2.2

Os elétrons ocupam vários níveis de energia

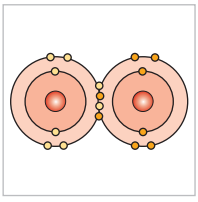
- inertes
- gases inertes
- reativos
- cátion
- ânion
- ligações químicas



2.3

As ligações iônicas e ligações covalentes são as ligações químicas mais comuns

- composto
- ligações iônicas
- ligações covalentes
- molécula
- moléculas apolares
- ligação covalente simples
- ligação covalente dupla
- molécula polar
- ligações covalentes polares
- ponte de hidrogênio



SEÇÃO 2

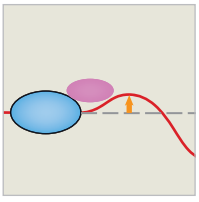
Reações químicas

- reagentes
- produtos
- metabolismo
- trabalho
- energia
- energia cinética
- energia potencial

2.4

As fórmulas químicas descrevem reações químicas que podem ser auxiliadas por enzimas

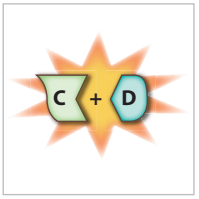
- fórmulas químicas
- fórmula
- equação balanceada
- energia de ativação
- enzimas
- catalisadores
- via metabólica
- exergônicas
- endergônica



2.5

Existem três tipos básicos de reações químicas

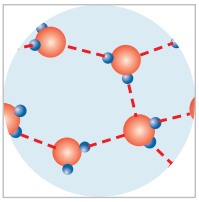
- decomposição
- hidrólise
- catabolismo
- síntese
- síntese de desidratação
- anabolismo
- equilíbrio
- reação de permuta



SEÇÃO 3

Importância da água no corpo

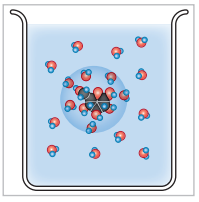
- lubrificação
- reatividade
- capacidade térmica
- inércia térmica
- solubilidade
- solução
- solvente
- solutos
- soluções aquosas



2.6

Os sistemas fisiológicos dependem de água

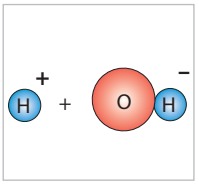
- ionização
- dissociação
- esfera de hidratação
- hidrofílicas
- eletrólitos
- coloide
- suspensão
- hidrofóbicas



2.7

A regulação do pH dos fluidos corporais é vital para a homeostase

- íon de hidrogênio (H^+)
- íon de hidróxido (OH^-)
- pH
- acidose
- alcalose
- ácida
- neutra
- básico
- alcalino
- ácido
- ácido clorídrico
- base
- hidróxido de sódio
- ácido carbônico
- íon de bicarbonato
- sal
- tampões
- sistemas tampão



• = *Termos em negrito neste módulo.*

SEÇÃO 4

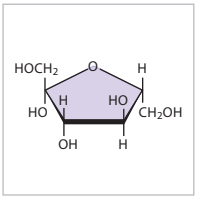
Metabólitos e nutrientes

- metabólitos
- nutrientes
- compostos orgânicos
  - compostos inorgânicos
  - compostos de alta energia

2.8

Os carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, geralmente em uma proporção de 1:2:1

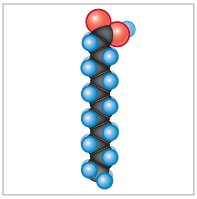
- carboidrato
- monossacarídeo
- glicose
  - frutose
- dissacarídeo
- sacarose
- polissacarídeos
- amidos
- glicogênio



2.9

Os lipídios geralmente apresentam uma proporção de carbono-hidrogênio de 1:2

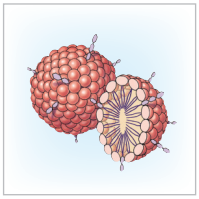
- lipídios
- ácidos graxos
- grupo carboxila
- ácido graxo saturado
- ácido graxo insaturado
- glicerol
- gorduras
- monoglicerídeo
- diglicerídeo
- triglicerídeo



2.10

Os esteroides, fosfolipídios e glicolipídios têm funções distintas

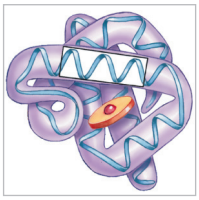
- lipídios estruturais
- esteroides
- colesterol
- fosfolipídios
- glicolipídios
- micelas



2.11

As proteínas são formadas a partir de aminoácidos

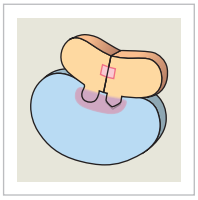
- proteínas
- aminoácidos
- ligação peptídica
- peptídeos
- dipeptídeo
- polipeptídeos
- estrutura primária
- estrutura secundária
- estrutura terciária
- estrutura quaternária
- hemoglobina
- queratina
- colágeno
- desnaturação



2.12

As enzimas são proteínas com funções reguladoras importantes

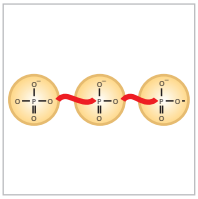
- substratos
- sítio ativo
- especificidade
- complexo enzima-substrato



2.13

Os compostos de alta energia podem armazenar e transferir uma parte da energia liberada durante as reações enzimáticas

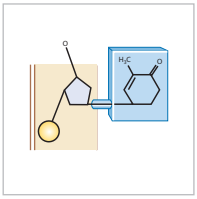
- composto de alta energia
- ligações de alta energia
- trifosfato de adenosina (ATP)
- monofosfato de adenosina (AMP)
- difosfato de adenosina (ADP)



2.14

O DNA e o RNA são ácidos nucleicos

- ácidos nucleicos
- ácido desoxirribonucleico (DNA)
- ácido ribonucleico (RNA)
- nucleotídeos
- base nitrogenada
- adenina
- guanina
- citosina
- timina
- uracila
- pares de bases complementares
- cadeias complementares



• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Farmacêutico (ou farmacêutico bioquímico)

A PROFISSÃO

Farmácia dedica-se a analisar a composição e a produção dos mais diferentes produtos que consumimos: não apenas medicamentos, mas também cosméticos ou mesmo alimentos, cujas fórmulas são aprimoradas e preparadas pelo farmacêutico. Além disso, esse profissional zela pelo cumprimento de todos os parâmetros sanitários, da produção à distribuição.

Saiba mais

Sindicato dos Práticos de Farmácia e dos Empregados no Comércio de Drogas, Medicamentos e Produtos Farmacêuticos de São Paulo – www.sinprafarmasp.org.br

Conselho Federal de Farmácia – www.cff.org.br

Essa carreira é ideal para você? A carreira é ideal para pessoas meticulosas e cuidadosas. A eficácia (ou a toxicidade) do material com o qual você estiver lidando pode mudar totalmente em razão de pequeníssimas alterações na fórmula, na concentração e na maneira de veicular a substância em questão.

Formação Em média, os cursos de Farmácia duram cinco anos. As disciplinas seguem por duas frentes principais. Uma é a da saúde, que abrange Anatomia, Fisiologia, Histologia, Fisiopatologia, Imunologia e Parasitologia, entre outras. A outra frente trabalha os conhecimentos específicos da carreira, calcados em várias modalidades da Química (Bioquímica e Físico-Química Orgânicas, Inorgânicas, Analíticas...), alimentação e nutrição, toxicologia, tecnologia industrial, entre outros.

Remuneração média Os pisos salariais da profissão são negociados pelos sindicatos de cada estado. Em 2014, os valores vigentes em São Paulo estavam entre R$ 1.400,00 e R$ 1.800,00, de acordo com o local de trabalho. O registro no Conselho Regional é necessário para o exercício da profissão.

Perspectivas profissionais O maior mercado para os farmacêuticos está nas mais de 100 mil farmácias e drogarias existentes em todo o país. Por lei, elas devem contratar um farmacêutico responsável. Na indústria, seja a farmacêutica, a alimentícia ou a cosmética, o farmacêutico poderá participar de todas as etapas da cadeia de produção. A área hospitalar, tanto a pública quanto a particular, emprega farmacêuticos nos setores de distribuição e confecção de medicamentos, em muitos casos discutindo possibilidades de tratamento com os médicos. O setor público também absorve profissionais na Vigilância Sanitária e em diversos centros de toxicologia. A carreira acadêmica é outro caminho a seguir. O Brasil abriga diversos centros de excelência na área, que sempre demandam profissionais de pesquisa.

Fontes consultadas

Estrutura curricular do curso de Farmácia-Bioquímica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <www5.usp.br/ensino/graduacao/cursos-oferecidos/farmacia-bioquimica/>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Grade horária do curso de Farmácia da Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/farmacia/horarios_01.html>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 2 – Questões de revisão

1. Com base nas propriedades elétricas de partículas subatômicas, calcule que tamanho terão os átomos de sódio e cloro quando se tornarem íons.
2. Um sistema tampão importante no corpo humano envolve o dióxido de carbono (CO_2) e íons de bicarbonato (HCO^{3-}), como mostrado:

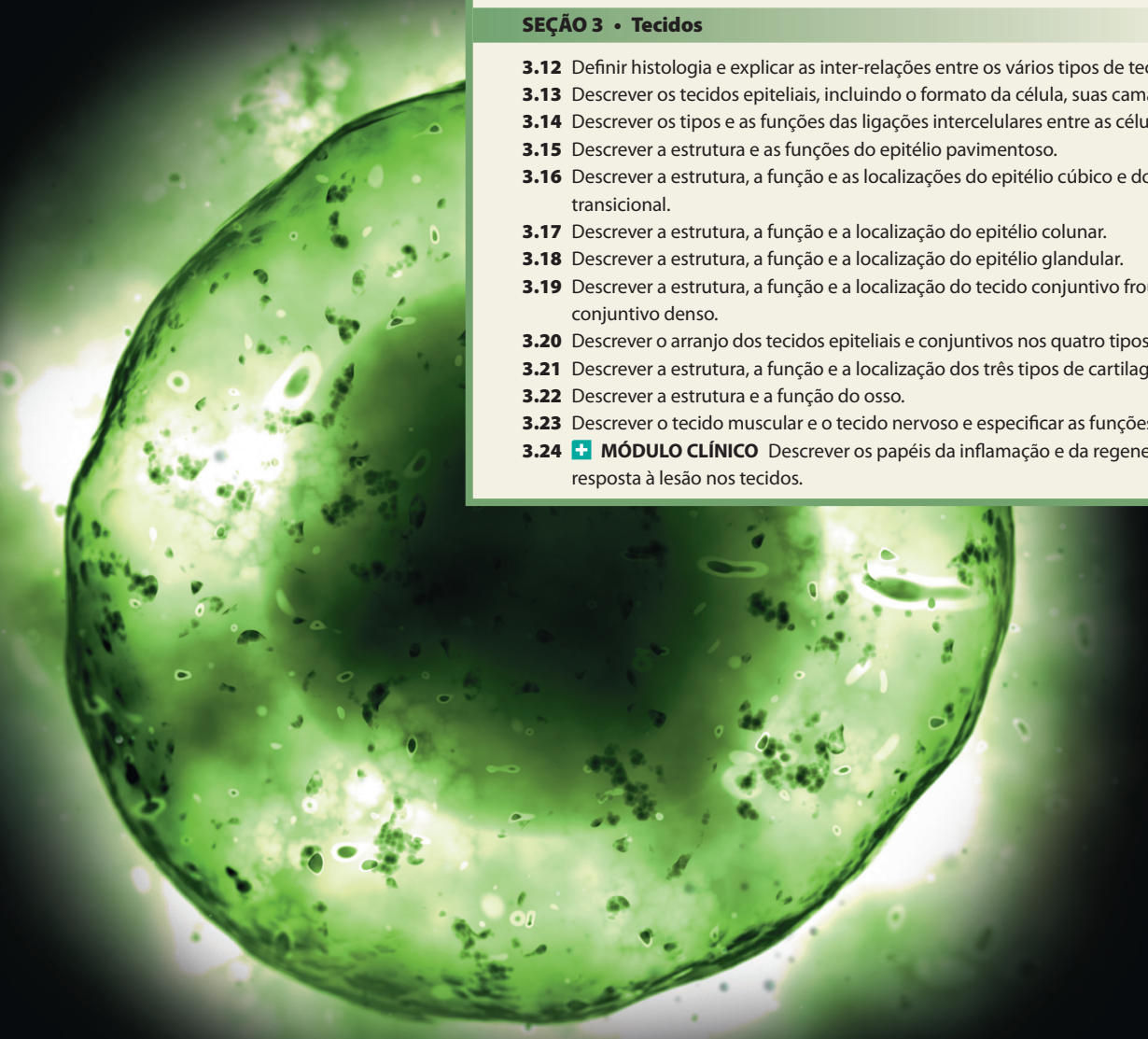
$$CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

   Se uma pessoa fica agitada e expira grandes quantidades de CO_2, como o pH do seu corpo será afetado?
3. Um biólogo analisa uma amostra que contém uma molécula orgânica e encontra os seguintes componentes: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e fósforo. Com base nessa informação, a molécula é um carboidrato, um lipídio, uma proteína ou um ácido nucleico?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

3

Células e tecidos



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Introdução às células

3.1 Descrever a célula e a estrutura e funções de suas organelas.
3.2 Descrever a estrutura e a função da membrana plasmática e diferenciar as estruturas e funções do citoesqueleto.
3.3 Explicar as funções dos vários ribossomos na síntese de proteínas e descrever o papel da mitocôndria na produção de energia.
3.4 Descrever o complexo de Golgi e especificar suas funções.
3.5 Identificar os componentes do núcleo e explicar as funções de cada um.
3.6 Identificar os três tipos de RNA e resumir o processo da síntese de proteínas.
3.7 Discutir o crescimento e a divisão celular e descrever a replicação do DNA.
3.8 Descrever o processo de mitose.
3.9 **MÓDULO CLÍNICO** Discutir a relação entre divisão celular e câncer.

SEÇÃO 2 • Como as substâncias entram e saem da célula

3.10 Explicar o processo de difusão e identificar por que ele é importante para o corpo.
3.11 Explicar a diferença entre processos de transporte passivo e transporte ativo e descrever os vários tipos de cada processo.

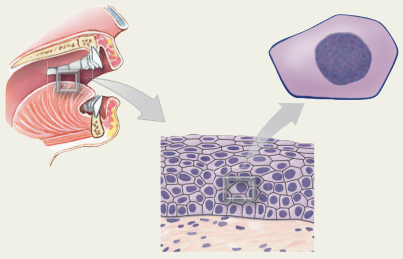
SEÇÃO 3 • Tecidos

3.12 Definir histologia e explicar as inter-relações entre os vários tipos de tecidos.
3.13 Descrever os tecidos epiteliais, incluindo o formato da célula, suas camadas e funções.
3.14 Descrever os tipos e as funções das ligações intercelulares entre as células epiteliais.
3.15 Descrever a estrutura e as funções do epitélio pavimentoso.
3.16 Descrever a estrutura, a função e as localizações do epitélio cúbico e do epitélio transicional.
3.17 Descrever a estrutura, a função e a localização do epitélio colunar.
3.18 Descrever a estrutura, a função e a localização do epitélio glandular.
3.19 Descrever a estrutura, a função e a localização do tecido conjuntivo frouxo e do tecido conjuntivo denso.
3.20 Descrever o arranjo dos tecidos epiteliais e conjuntivos nos quatro tipos de membranas.
3.21 Descrever a estrutura, a função e a localização dos três tipos de cartilagem.
3.22 Descrever a estrutura e a função do osso.
3.23 Descrever o tecido muscular e o tecido nervoso e especificar as funções de cada um.
3.24 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever os papéis da inflamação e da regeneração em resposta à lesão nos tecidos.

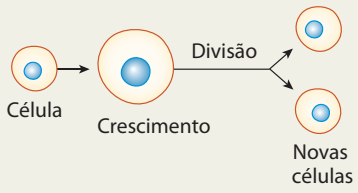
Introdução às células

Uma célula típica – a menor unidade viva no corpo humano – tem aproximadamente apenas 0,1 mm de diâmetro, e espessura similar à de um fio de cabelo humano. Assim, até que os microscópios fossem inventados, no século XVII, ninguém poderia examinar a estrutura de uma célula. Mais tarde, pesquisas possibilitaram a formulação da teoria celular, que pode ser resumida da seguinte maneira:

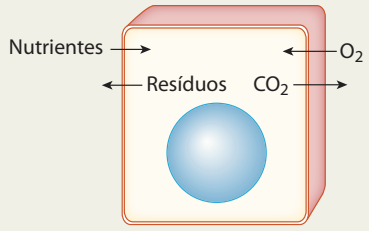
As células são os blocos de construção de todas as plantas e animais.



Todas as células novas se originam da divisão de células preexistentes.



As células são unidades muito pequenas que executam todas as funções fisiológicas vitais.



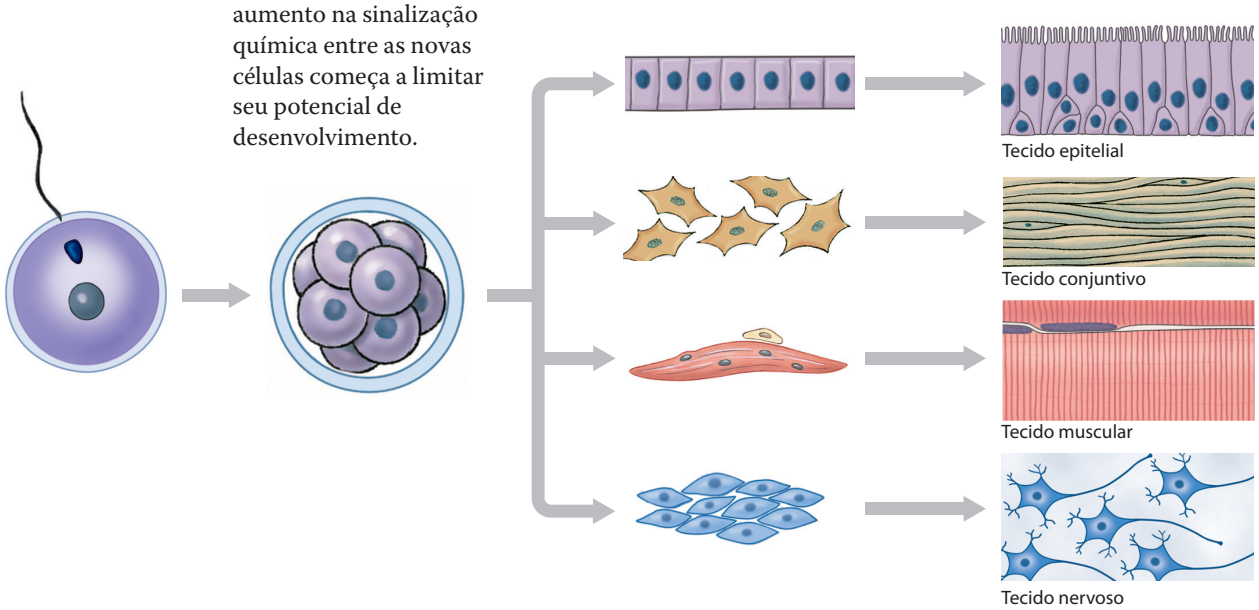
Toda célula mantém a homeostase no nível celular, mas isso exige ações conjuntas e coordenadas de muitas células para atingir a homeostase em níveis mais elevados de organização. Embora as células variem muito em tamanho, forma e função, todas elas são descendentes de uma única célula: o óvulo fertilizado.

1 Depois que um espermatozoide fertiliza um óvulo, esse óvulo fertilizado contém toda a informação para se tornar qualquer célula do corpo.

2 As primeiras divisões celulares produzem *células totipotentes*, que são capazes de se desenvolver dentro de qualquer célula do corpo. À medida que mais divisões ocorrem, um aumento na sinalização química entre as novas células começa a limitar seu potencial de desenvolvimento.

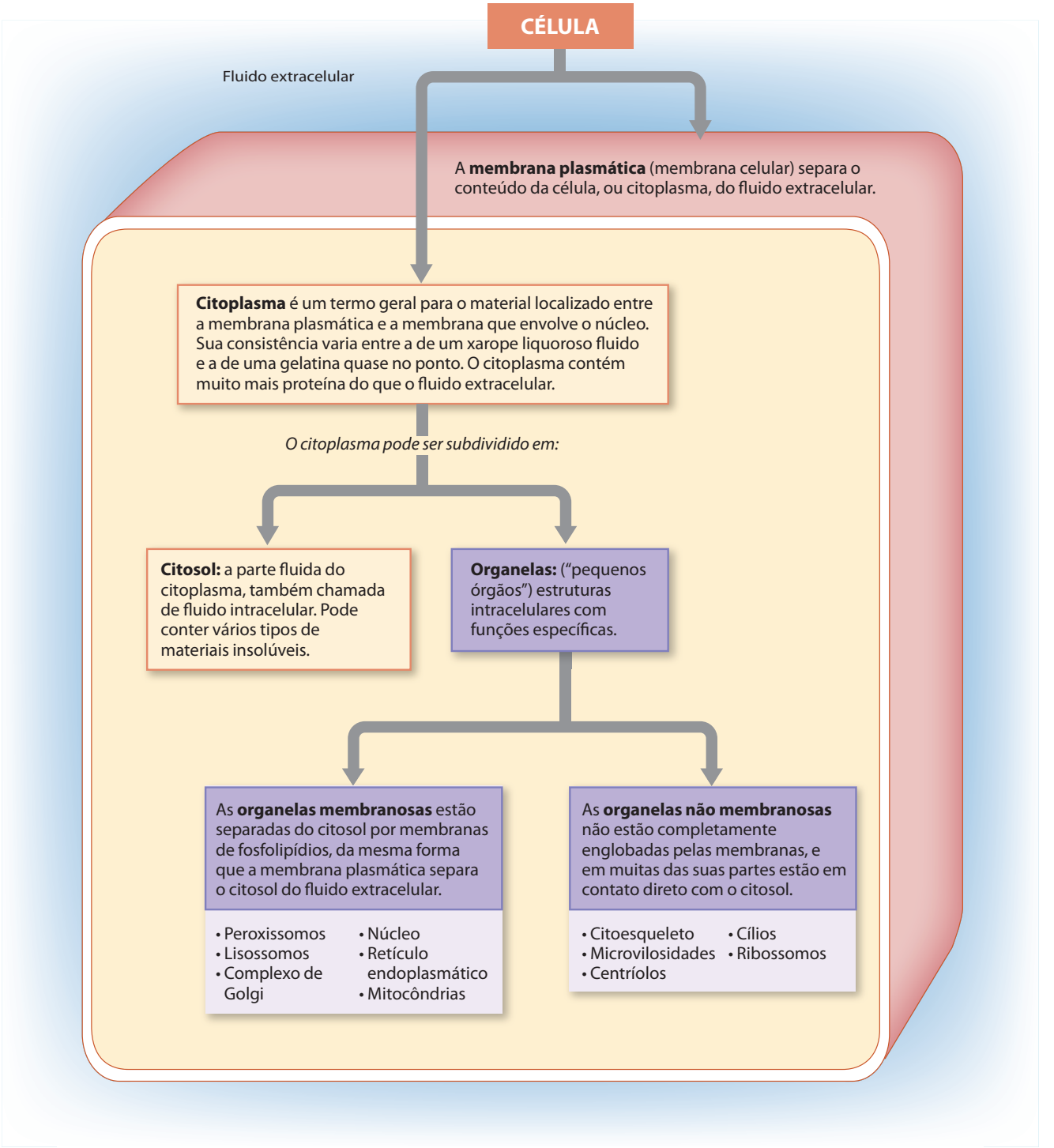
3 As diferenças nas sinalizações químicas afetam o DNA das células, ativando ou desativando genes específicos. As células-filhas começam a desenvolver estruturas e funções especializadas. Esse processo de especialização gradual é chamado de **diferenciação**.

4 A diferenciação produz as células especializadas que formam os quatro tipos básicos de tecidos do corpo. Esses quatro tipos de tecidos são epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso.



As células são as menores unidades vivas

As células do nosso corpo são circundadas por um meio aquoso conhecido como **fluido extracelular**. Nos espaços entre as células do tecido, o fluido extracelular é chamado de **fluido intersticial** (*interstício*, o que está ou fica entre). Este módulo apresentará os principais componentes das células. Mas nem todos esses componentes são encontrados em todas as células do corpo.

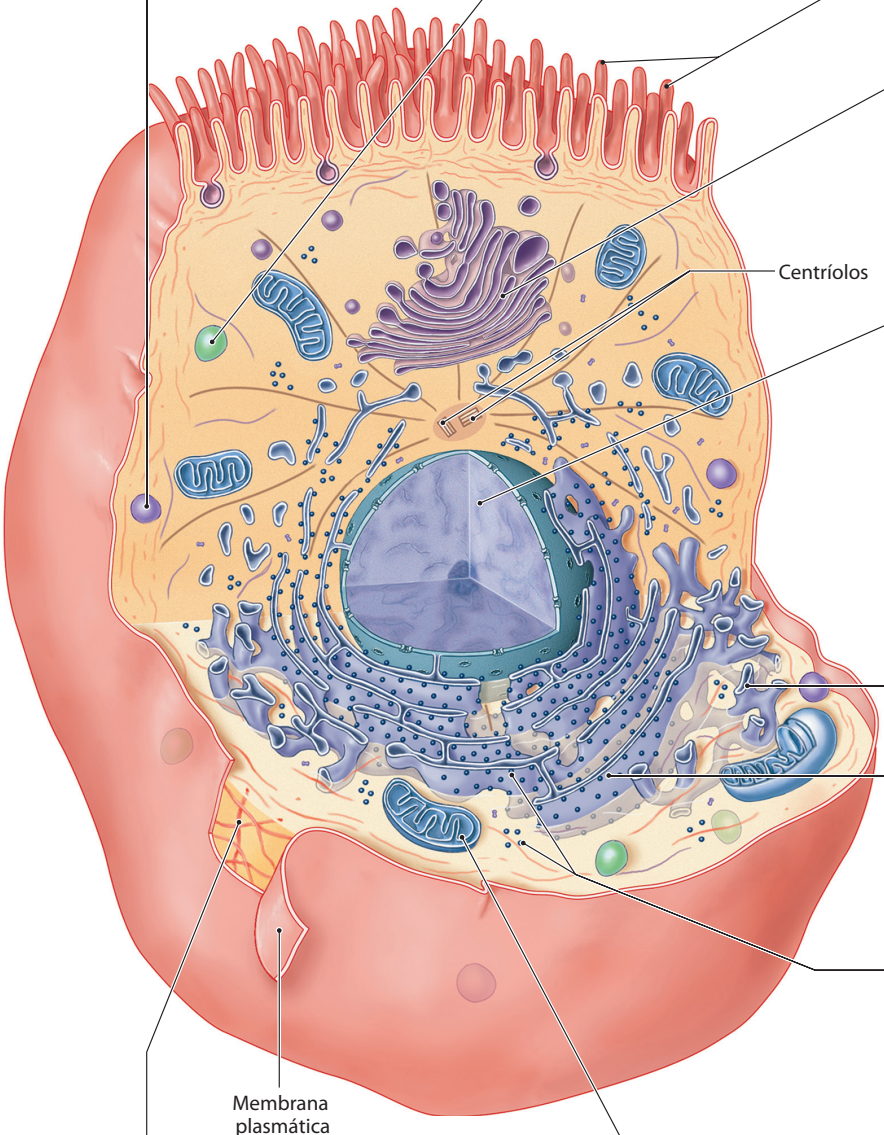


Peroxissomo
ESTRUTURA: vesículas (sacos membranosos) contendo enzimas de degradação.
FUNÇÃO: quebrar ácidos graxos e compostos orgânicos; neutralizar compostos tóxicos gerados nos processos metabólicos.

Lisossomo
ESTRUTURA: vesículas contendo enzimas digestórias.
FUNÇÃO: quebrar compostos orgânicos (grandes), organelas danificadas e patógenos (agentes causadores de doenças).

Microvilosidades
ESTRUTURA: extensões de membrana que contêm microfilamentos.
FUNÇÃO: aumentar a área de superfície, ajudando a célula na absorção de materiais extracelulares.

Complexo de Golgi
ESTRUTURA: pilhas de membranas achatadas (cisternas), contendo câmaras.
FUNÇÃO: modificar e embalar proteínas.



Núcleo
ESTRUTURA: nucleoplasma (fluido no núcleo) contendo enzimas, proteínas, DNA e nucleotídeos; envolvido por uma membrana dupla, o **envelope nuclear**.
FUNÇÃO: controla o metabolismo; armazena e processa informação genética; controla a síntese proteica.

Retículo endoplasmático (RE)
ESTRUTURA: rede de lâminas membranosas e canais que se estendem por todo o citoplasma.
FUNÇÃO: sintetizar produtos de secreção; armazenar e transportar substâncias dentro da célula.

- **RE liso**, que não está associado a ribossomos, sintetiza lipídios e carboidratos.
- **RE rugoso**, associado a ribossomos ligados às membranas, modifica e embala as proteínas recém-sintetizadas.

Ribossomos
ESTRUTURA: RNA e proteínas; ribossomos fixos ligados ao RE rugoso, ribossomos livres espalhados no citoplasma.
FUNÇÃO: síntese de proteínas.

Citoesqueleto
ESTRUTURA: proteínas organizadas em microfilamentos (filamentos finos) ou microtúbulos (tubos delgados); centro organizador que contém um par de centríolos.
FUNÇÃO: estruturar e sustentar a célula; mover substâncias e estruturas celulares.

Mitocôndria
ESTRUTURA: membrana dupla, com dobras da membrana interna envolvendo enzimas metabólicas importantes.
FUNÇÃO: produzir 95% do ATP da célula.

Revisão do Módulo 3.1

a. Diferencie citoplasma, citosol e citoesqueleto.

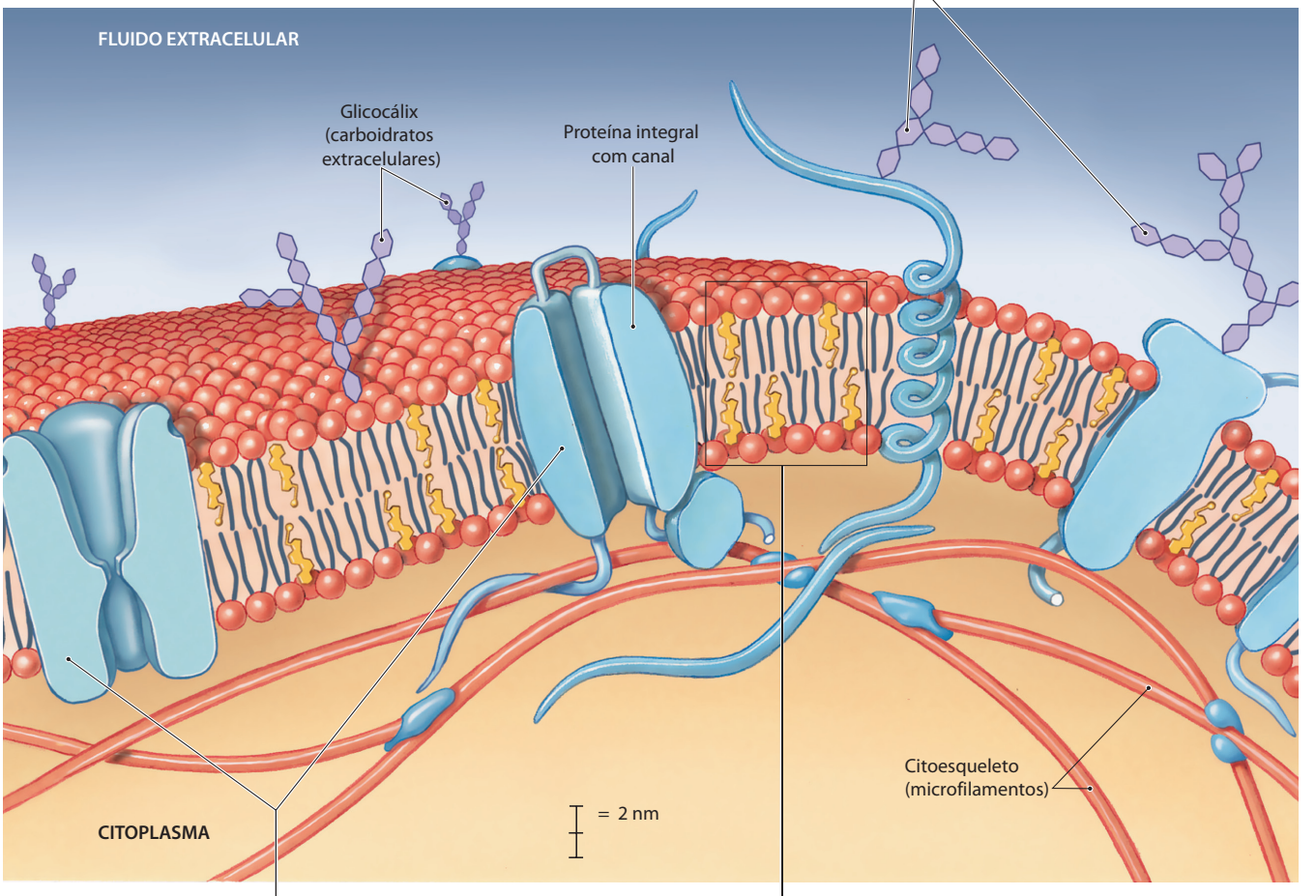
b. Identifique as organelas membranosas e suas funções.

c. Identifique as organelas não membranosas e descreva suas funções.

A membrana plasmática isola a célula do seu ambiente e executa várias funções; o citoesqueleto tem funções estruturais e funcionais

1 A **membrana plasmática** é uma barreira física que separa a parte interna da célula do fluido extracelular que a envolve. É uma barreira seletivamente permeável que controla a entrada e saída de materiais da célula.

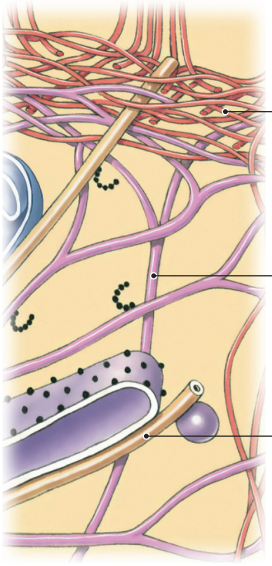
A superfície de carboidratos das membranas formam uma camada conhecida como **glicocálix** (*cálix*, copo). Os carboidratos são responsáveis por aproximadamente 3% do peso de uma membrana plasmática; eles são componentes de moléculas complexas, tais como as glicoproteínas (proteína ligada a alguns carboidratos) e glicolipídios (lipídios ligados a carboidratos). O glicocálix é importante no reconhecimento celular, ligando-se às estruturas extracelulares e lubrificando a superfície da célula.

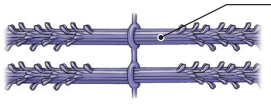


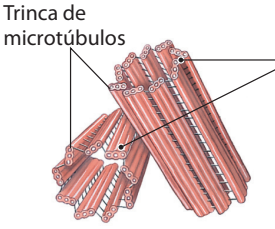
As **proteínas integrais** fazem parte da estrutura da membrana e não podem ser removidas sem danificar ou destruir a membrana. A maioria das proteínas integrais abrange a largura da membrana uma ou mais vezes. Algumas contêm poros ou canais através dos quais podem passar água e solutos.

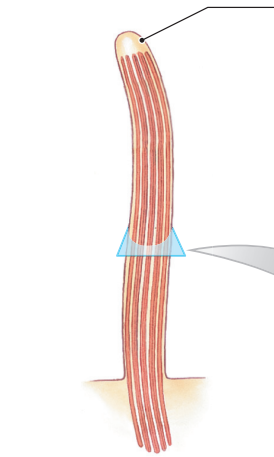
A membrana plasmática é chamada de **bicamada fosfolipídica**, porque as moléculas de fosfolipídios formam duas camadas. Em cada metade da bicamada, os fosfolipídios repousam com suas cabeças hidrofílicas (que aderem à água) na superfície da membrana, e com suas caudas hidrofóbicas (que repelem a água) na parte interna da membrana. A camada hidrofóbica no centro da membrana isola o citoplasma do fluido extracelular.

2 O citoesqueleto funciona como o esqueleto da célula e fornece uma estrutura interna de proteína que dá força e flexibilidade ao citoplasma. Esta tabela resume os componentes do citoesqueleto e seu papel estrutural em duas organelas não membranosas, centríolos e cílios.









Citoesqueleto

Estrutura	Comentários	Localização	Funções
Microfilamentos	Encontrados na maioria das células; mais bem estruturados nas células dos músculos cardíaco e esquelético	Em feixes abaixo da membrana celular e em todo o citoplasma	Proporciona força, muda o formato da célula e vincula o citoesqueleto à membrana plasmática; une as células e auxilia na contração muscular
Filamentos intermediários	Encontrados na maioria das células; pelo menos cinco tipos são conhecidos	No citoplasma	Proporciona força, movimenta materiais pelo citoplasma
Microtúbulos	Encontrados na maioria das células	No citoplasma, irradiando-se para longe do par de centríolos	Proporciona força, move as organelas; os componentes mais importantes dos centríolos e cílios são os microtúbulos
Filamentos espessos	Encontrados nas células do músculo esquelético e cardíaco	No citoplasma	Interage com microfilamentos de actina para contrair os músculos
Centríolos (organelas)	Nove grupos de trincas de microtúbulos formam um cilindro curto	Em pares, perto do núcleo	Organiza os microtúbulos para mover os cromossomos durante a divisão celular
Cílios	Nove grupos duplos de microtúbulos longos formam um cilindro ao redor de um par central	Na superfície da célula	Os cílios movimentam-se ritmicamente para mover fluidos ou secreções através da superfície celular

Revisão do Módulo 3.2

a. Liste as funções gerais da membrana plasmática.

b. Quais partes estruturais da membrana plasmática são as principais responsáveis por sua capacidade de isolar uma célula de seu ambiente externo?

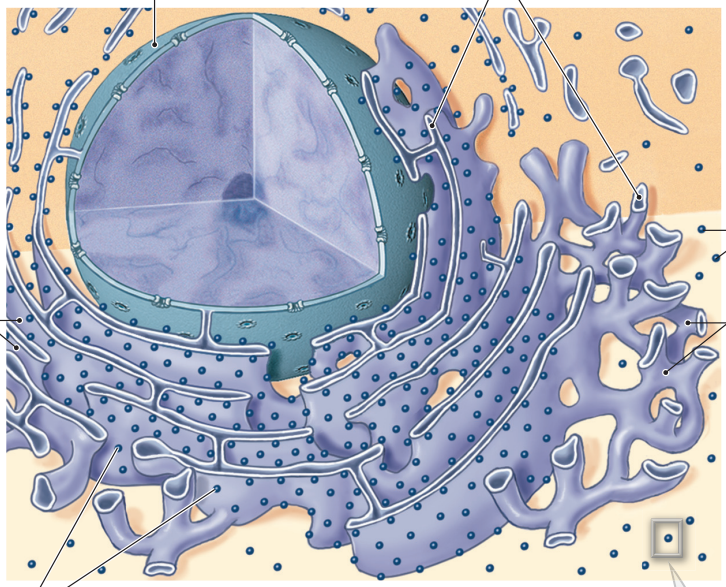
c. Qual é a função dos cílios?

A síntese de proteínas no retículo endoplasmático e em ribossomos livres depende principalmente da energia fornecida pela atividade mitocondrial

As células consomem ATP continuamente para sintetizar novos materiais orgânicos e obtêm a ATP ao quebrar nutrientes absorvidos ou reciclados.

1 O **retículo endoplasmático** ou **RE** é uma rede de membranas intracelulares conectadas ao envelope nuclear, que envolve o núcleo. O RE sintetiza e armazena proteínas, lipídios e carboidratos requeridos pela célula.

O RE forma tubos ocos, lâminas achatadas e câmaras denominadas **cisternas** (*cisterna*, reservatório de água).

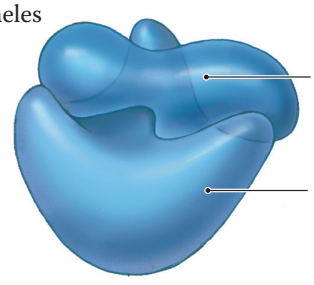


O **retículo endoplasmático rugoso** ou **granular (RER)** funciona como um local de síntese e de depósito. É onde muitas proteínas recentemente sintetizadas são quimicamente modificadas e embaladas para serem transferidas para o complexo de Golgi, descrito no Módulo 3.4.

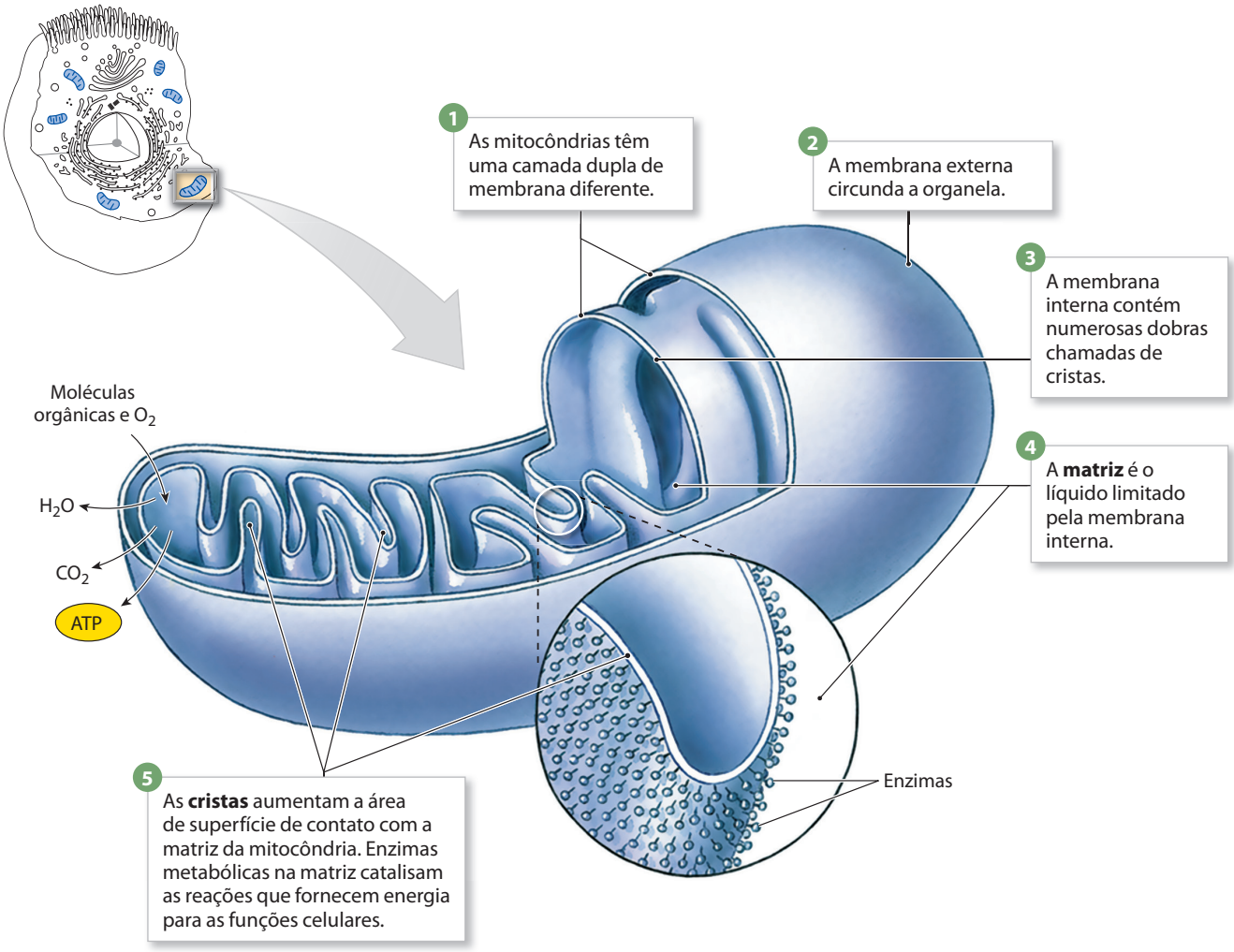
O **retículo endoplasmático liso** ou **agranular (REL)** carece de ribossomos e as cisternas geralmente são tubulares. O REL é responsável pela síntese de fosfolipídios, colesterol, esteroides, triglicérides e glicogênio.

Os **ribossomos** são as organelas responsáveis pela síntese de proteínas. Os **ribossomos fixos** estão ligados ao RER, por isso que este é chamado de "rugoso". As proteínas fabricadas nos ribossomos fixos entram nas cisternas do RER.

2 **Ribossomos livres** estão espalhados por todo o citoplasma. As proteínas neles produzidas permanecem no citosol.



3 Todas as células vivas precisam de energia para realizar suas funções. As organelas responsáveis pela produção de energia são as **mitocôndrias** (*mitos,* fio + *chondrion,* grânulo). As mitocôndrias variam muito na forma, de longas e delgadas a curtas e mais arredondadas. Todas compartilham as características estruturais básicas mostradas aqui. O número de mitocôndrias em uma determinada célula varia de acordo com a demanda de energia da célula. Os glóbulos vermelhos não possuem mitocôndrias, por outro lado as mitocôndrias podem ser responsáveis por 30% do volume de uma célula do músculo cardíaco.



A produção de ATP é conhecida como **metabolismo aeróbio** (*aer,* ar + *bios,* vida) ou respiração celular. O metabolismo aeróbico na mitocôndria produz cerca de 95% da necessidade de ATP para manter uma célula viva. (As reações enzimáticas no citosol produzem o restante.) Note que, embora as reações químicas que liberam energia ocorram nas mitocôndrias, a maioria das atividades celulares que requerem energia acontece em todo o citoplasma. Pense em mitocôndrias como pequenas baterias para a célula ou servindo de combustível: elas fornecem a energia necessária para a realização das funções celulares.

Revisão do Módulo 3.3

a. Descreva os destinos imediatos das proteínas recém-sintetizadas de ribossomos livres e ribossomos fixos.

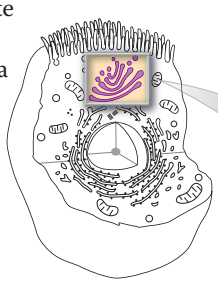
b. Descreva a estrutura do retículo endoplasmático liso, do retículo endoplasmático rugoso e da mitocôndria.

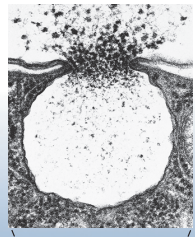
c. Em relação às necessidades energéticas de uma célula, qual é a consequência da presença de muitas mitocôndrias?

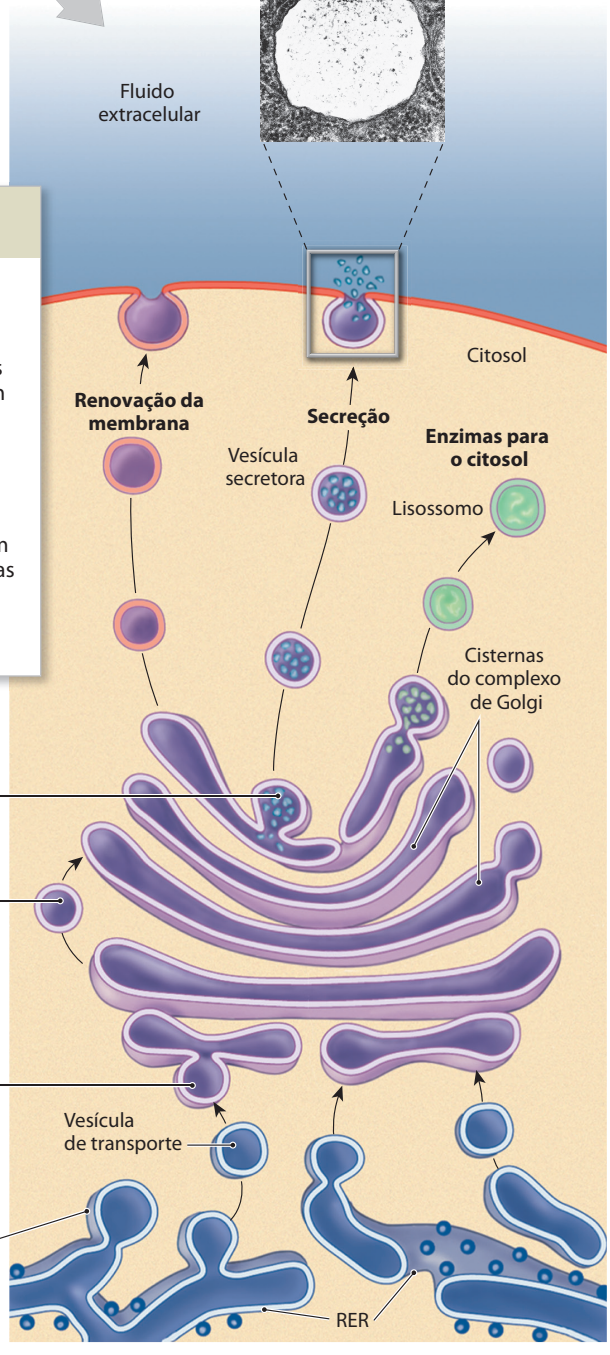
O complexo de Golgi é um centro de armazenamento

O **complexo de Golgi** (1) renova ou modifica a membrana plasmática; (2) modifica e armazena secreções, tais como hormônios ou enzimas, para liberação por exocitose; e (3) embala enzimas especiais no interior das vesículas para utilização no citosol.

1 O complexo de Golgi consiste geralmente em cinco ou seis discos membranosos achatados denominados **cisternas**. Uma única célula pode conter mais de um complexo de Golgi, normalmente situado perto do núcleo.







Renovação da membrana

As **vesículas de renovação da membrana** fundem-se à área de superfície da membrana plasmática. Ao mesmo tempo, outras áreas da membrana plasmática são removidas e recicladas. O complexo de Golgi pode, assim, alterar as propriedades da membrana plasmática, que alteram a sensibilidade e as funções da célula.

Secreção

As **vesículas secretoras** contêm secreções, tais como hormônios ou enzimas, que serão descarregadas pela célula. Essas vesículas fundem-se com a membrana plasmática e despejam seu conteúdo no ambiente extracelular.

Enzimas para o citosol

Os **lisossomos** (*lyso*, liberação + *soma*, corpo) são vesículas especiais que proporcionam um ambiente isolado de reações químicas potencialmente perigosas. Os lisossomos contêm enzimas digestórias cujas funções variadas estão descritas adiante.

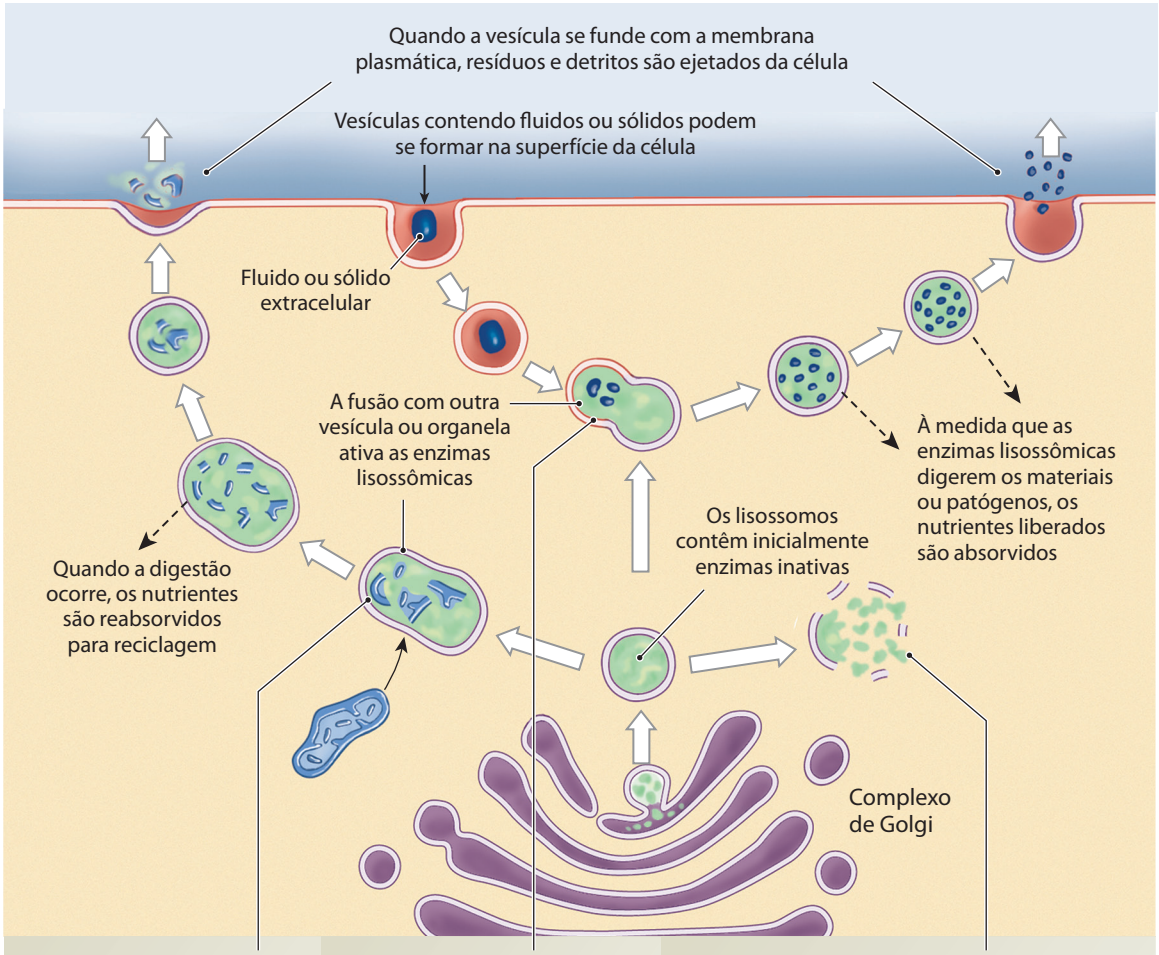
4 Finalmente, o produto chega à face orientada na direção da superfície livre da célula.

3 Pequenas vesículas movimentam material de uma cisterna para a próxima.

2 As vesículas fundem-se com a membrana de Golgi, esvaziando seus conteúdos dentro das cisternas. Dentro do complexo de Golgi as enzimas modificam as proteínas e as glicoproteínas que foram trazidas. Por exemplo, as enzimas podem alterar a estrutura do carboidrato de uma glicoproteína ou podem anexar um grupo fosfato, um açúcar ou um ácido graxo a uma proteína

Início **1** As **vesículas de transporte** entregam, ao complexo de Golgi, algumas proteínas e glicoproteínas que foram sintetizadas no RER.

2 As células, muitas vezes, precisam quebrar e reciclar moléculas orgânicas grandes, e mesmo estruturas mais complexas, como organelas. Para o processo de quebra são utilizadas enzimas poderosas, o que, com frequência, gera substâncias químicas tóxicas que podem danificar ou matar a célula. Os lisossomos isolam essas reações químicas do resto do citoplasma. A seguir, apresentamos as três funções básicas dos lisossomos: (1) digestão de conteúdos lisossômicos; (2) fusão com uma vesícula; e (3) autólise.



Função 1: um lisossomo pode fundir-se com a membrana de outra organela, por exemplo, uma mitocôndria. Isso ativa suas enzimas e tem início a digestão do conteúdo lisossômico.

Função 2: um lisossomo também pode fundir-se com uma vesícula contendo fluido ou materiais sólidos da região exterior da célula. As enzimas lisossômicas podem, em seguida, digerir materiais extracelulares.

Função 3: se a célula é danificada ou morre, a membrana lisossômica pode se quebrar. As enzimas digestórias tornam-se ativas e, em seguida, atacam o citoplasma em um processo destrutivo conhecido como **autólise**. Por essa razão, os lisossomos, às vezes, são chamados de "pacotes suicidas".

Todas as organelas membranosas, exceto as mitocôndrias, estão interligadas ou se comunicam pelo movimento de vesículas. Essa troca e o movimento contínuo são chamados de fluxo de membrana. Em uma célula secretora ativa, uma área igual à superfície da membrana inteira pode ser substituída *a cada hora*! O fluxo da membrana é um exemplo da natureza dinâmica das células. Isso proporciona à célula uma forma de substituir sua membrana plasmática à medida que cresce ou reage ao meio ambiente.

Revisão do Módulo 3.4

a. Liste as três principais funções do complexo de Golgi.

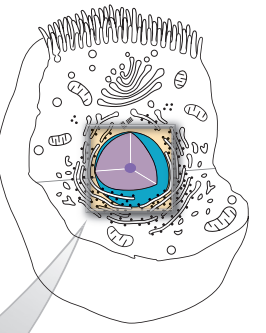
b. O complexo de Golgi produz lisossomos. O que esses lisossomos contêm?

c. Descreva três funções dos lisossomos.

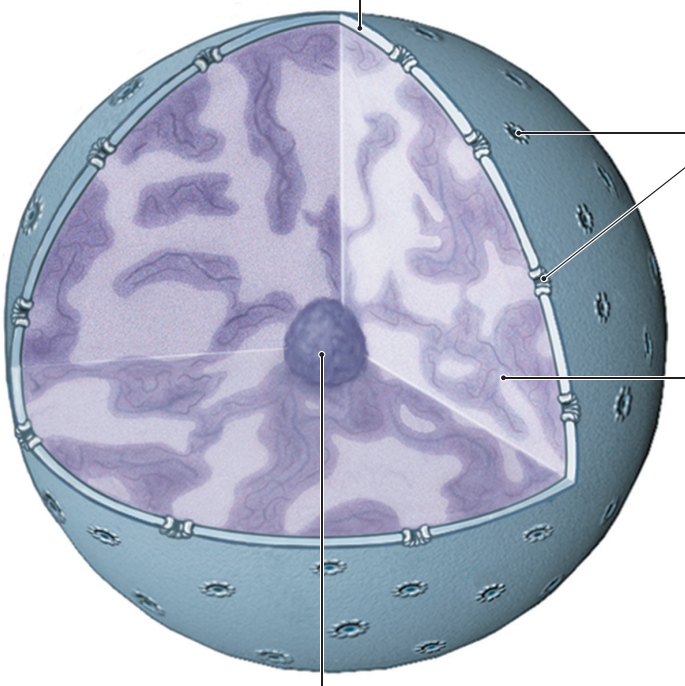
O núcleo contém DNA, RNA, proteínas organizadoras e enzimas

O núcleo é, muitas vezes, a organela mais proeminente e visível na célula. Nas preparações citológicas usuais, o núcleo fica corado de escuro e é facilmente identificado.

1 O **núcleo** é o centro de controle para os processos celulares. O envelope nuclear circundante, com seus poros nucleares, controla a comunicação química entre o citoplasma e o núcleo.



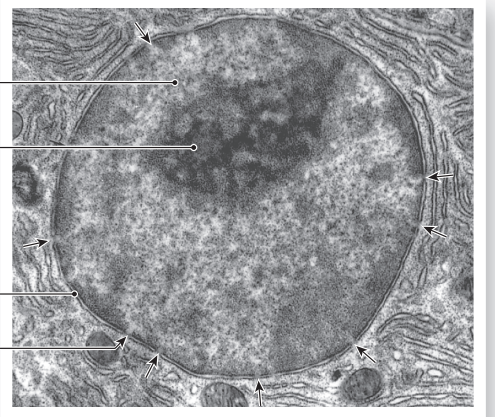
O **envelope nuclear**, que envolve o núcleo e o separa do citoplasma, é uma membrana de camada dupla.



Os **poros nucleares**, que respondem por cerca de 10% da superfície do núcleo, são as passagens que permitem comunicação química entre o núcleo e o citosol. As proteínas nos poros regulam o movimento dos íons e de pequenas moléculas. Nem as proteínas nem o DNA podem cruzar o envelope nuclear livremente.

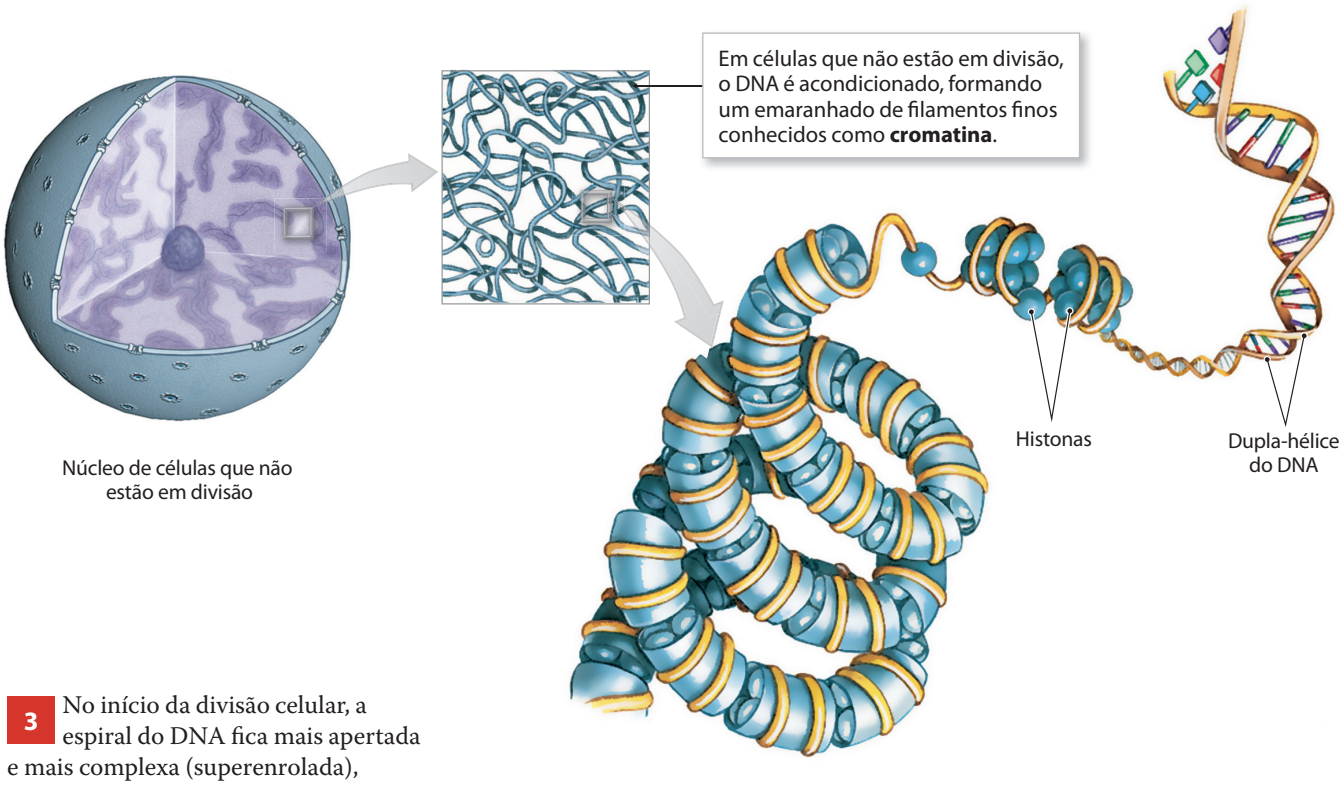
O termo **nucleoplasma** refere-se aos conteúdos fluídicos do núcleo. O nucleoplasma contém a matriz nuclear, uma rede de filamentos finos que proporciona suporte estrutural e pode estar envolvido com atividade genética. O nucleoplasma também contém íons, enzimas, pequenas quantidades de RNA e DNA.

O **nucléolo** é uma organela nuclear que sintetiza RNA ribossômico. Ele também agrega os ribossomos, que vão para o citoplasma através dos poros nucleares. Os nucléolos são mais abundantes em células que produzem grandes quantidades de proteínas, tais como o fígado, as células nervosas e musculares.

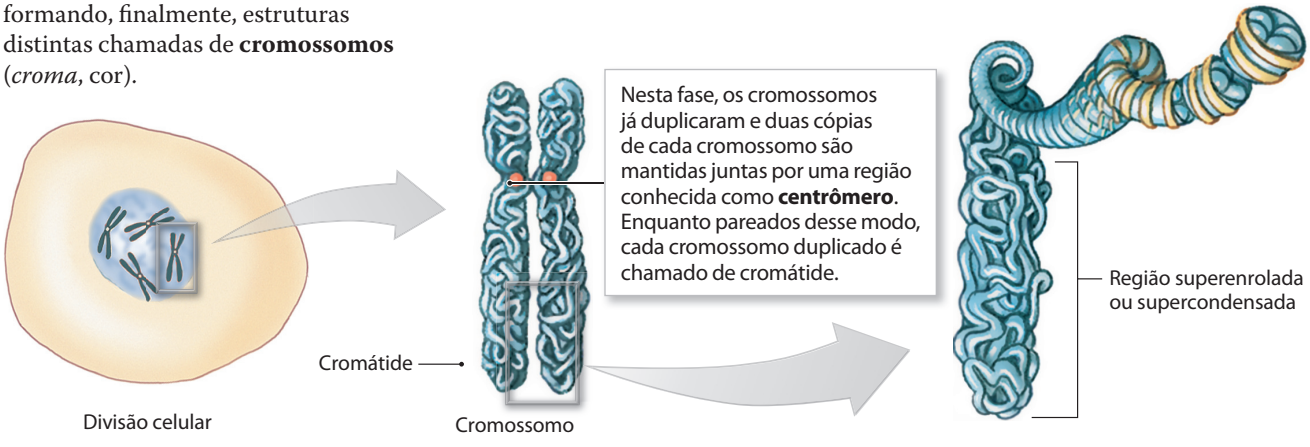


Núcleo MET × 34.800

2 O DNA no núcleo armazena as instruções para a síntese de proteína. No núcleo, as cadeias de DNA são enroladas, em vez de se apresentarem distendidas. As cadeias de DNA enrolam-se ao redor de proteínas chamadas histonas. Estas embalam uma grande quantidade de DNA em um espaço relativamente pequeno.



3 No início da divisão celular, a espiral do DNA fica mais apertada e mais complexa (superenrolada), formando, finalmente, estruturas distintas chamadas de **cromossomos** (*croma*, cor).



Nos seres humanos, os núcleos das células somáticas (células do corpo em geral, ao contrário dos espermatozoides e óvulos, que são chamados de células sexuais) contêm 23 pares de cromossomos. Um membro de cada par é originado na mãe e o outro no pai. O DNA nesses cromossomos leva as instruções para sintetizar as proteínas e o RNA. Além disso, alguns segmentos de DNA apresentam função reguladora e outros têm ainda funções indeterminadas.

Revisão do Módulo 3.5

a. Quais moléculas no núcleo contêm instruções para a produção de proteínas?

b. Descreva o conteúdo e a estrutura do núcleo.

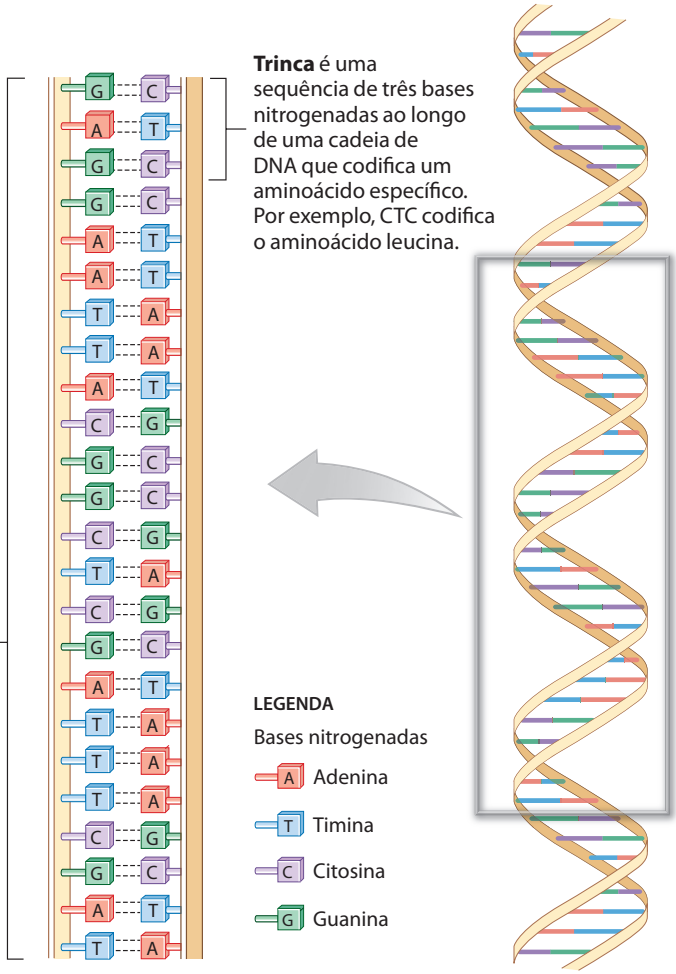
c. Quantos pares de cromossomos uma célula somática normal possui?

A síntese da proteína envolve DNA, enzimas e três tipos de RNA

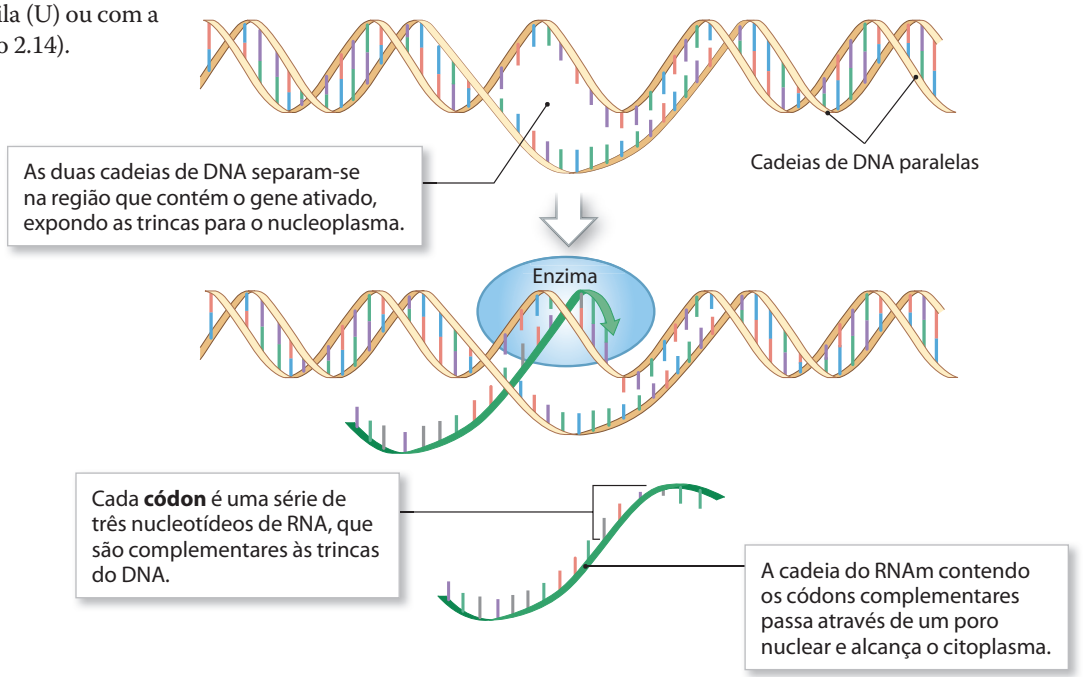
Neste módulo apresentamos os principais componentes e eventos da síntese proteica.

1 O DNA consiste em cadeias longas e paralelas de nucleotídeos. As pontes de hidrogênio entre os pares de bases nitrogenadas complementares mantêm unidas as duas cadeias de DNA adjacentes. As bases nitrogenadas envolvidas são adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). A informação é armazenada pela sequência dos pares de bases. A "linguagem" química usada é chamada de **código genético**.

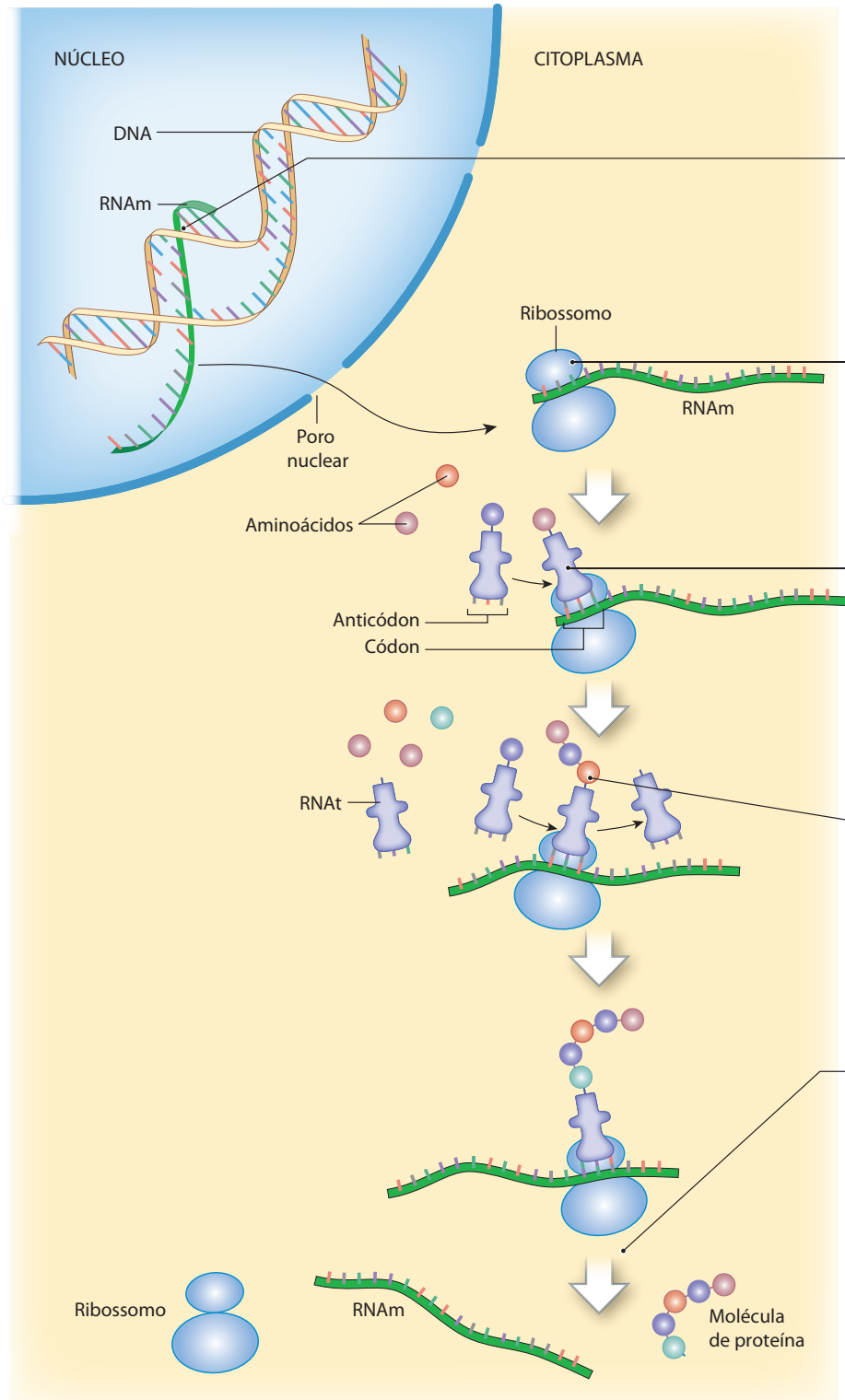
Gene é a unidade funcional da hereditariedade. Os genes contêm todo o DNA necessário para produzir proteínas específicas. Eles transportam a informação para construir as cadeias polipeptídicas.



2 Preparando-se para a síntese de proteínas, as cadeias de DNA separam-se na região da ativação do gene. Uma enzima, então, liga nucleotídeos em uma única cadeia de **RNA mensageiro (RNAm)**. Pares de bases complementares (A-U, G-C), da cadeia de DNA, garantem que a sequência de nucleotídeos no RNAm corresponda corretamente à sequência do DNA. Lembre-se que a adenina (A) pode emparelhar com a uracila (U) ou com a timina (T) (veja Módulo 2.14).



3 O processo completo da síntese de proteínas envolve dois eventos: a transcrição e a tradução.



TRANSCRIÇÃO

1. A **transcrição** ocorre no núcleo, quando a sequência de bases do DNA é copiada na forma de uma cadeia do RNA mensageiro (RNAm).

TRADUÇÃO

2. A **tradução** ocorre no citoplasma, nos ribossomos, locais da síntese de proteína. Cada ribossomo é composto de proteínas e de RNA conhecido como **RNA ribossômico (RNAr)**.

3. Moléculas de **RNA de transferência** ou transportador (**RNAt**) transportam aminoácidos para o ribossomo. Cada RNAt tem uma sequência de trincas de nucleotídeos chamada de **anticódon**. A ligação complementar acontece entre os anticódons dos RNAt e os códons do RNAm.

4. Durante a tradução, a sequência de bases transportada pelo RNAm é seguida para construir uma cadeia de aminoácidos específicos em uma molécula de proteína.

5. No final da tradução, os ribossomos separam-se, deixando uma molécula de proteína, o ribossomo e a molécula de RNAm. Muitos ribossomos podem se juntar à mesma molécula de RNAm para produzir múltiplas cópias da mesma proteína.

Revisão do Módulo 3.6

a. Liste os três tipos de RNA envolvidos em uma síntese de proteínas.

b. O que é um gene?

c. O que é tradução?

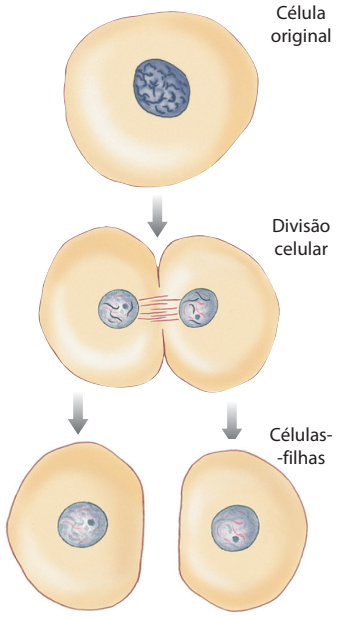
Cada célula tem um ciclo de vida que normalmente envolve períodos de crescimento e de divisão celular

O período de vida desde a fertilização até a fase adulta envolve grandes mudanças na complexidade, na organização e no número de células. Na fertilização, uma única célula é tudo o que existe; na fase adulta, o seu corpo tem aproximadamente 75 trilhões de células. A **divisão celular** é responsável por esse aumento no número de células.

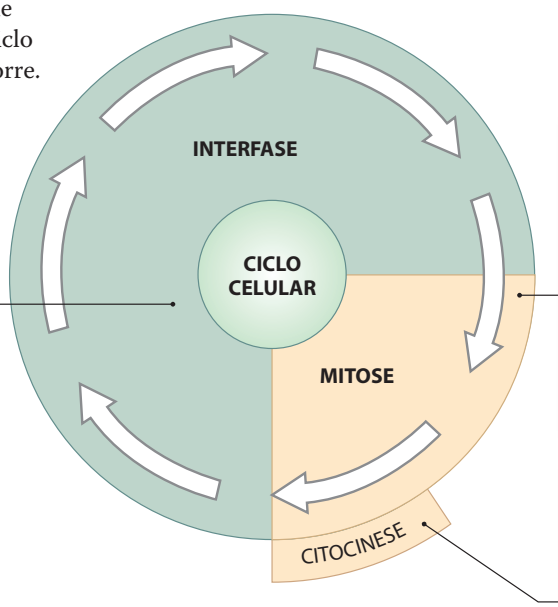
Mesmo quando o desenvolvimento está completo, a divisão celular continua a ser essencial para a sobrevivência. Desgaste físico, produtos químicos tóxicos, mudanças de temperatura e outros estresses ambientais causam danos às células. E, assim como as pessoas envelhecem, o mesmo acontece com as células. O tempo de vida de uma célula varia de horas a décadas, dependendo do tipo de célula e do tipo de estresse envolvido. Muitas células aparentemente se autodestroem depois de determinado tempo, quando "genes suicidas" específicos do núcleo são ativados. A morte geneticamente controlada das células é chamada de **apoptose** (*apo-*, separado + *ptose*, uma queda).

Há duas formas diferentes de divisão celular. A **mitose**, o foco desta seção, produz duas células-filhas, cada uma contendo um conjunto completo de 46 cromossomos. A **meiose** (que estudaremos no Capítulo 18) produz as células sexuais (espermatozoides ou óvulos), que contêm apenas 23 cromossomos.

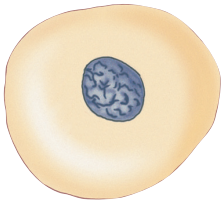
1 A divisão de uma única célula produz um par de **células-filhas**, cada uma com metade do tamanho da célula-mãe original. Antes de se dividir, cada uma das células-filhas crescerá até atingir o tamanho das células originais.



2 Este é um diagrama do ciclo de vida de uma célula típica. O ciclo termina apenas quando a célula morre.

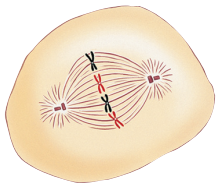


Interfase é o período no qual a célula executa funções normais e não está envolvida ativamente na divisão celular. Algumas células permanecem na interfase indefinidamente; outras estão sempre se dividindo ou preparando-se para a divisão.

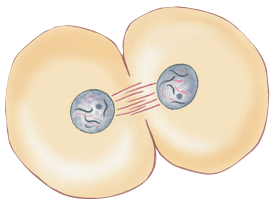


Durante a interfase, quando uma célula está em preparação para se dividir, os cromossomos são duplicados e as proteínas associadas são sintetizadas.

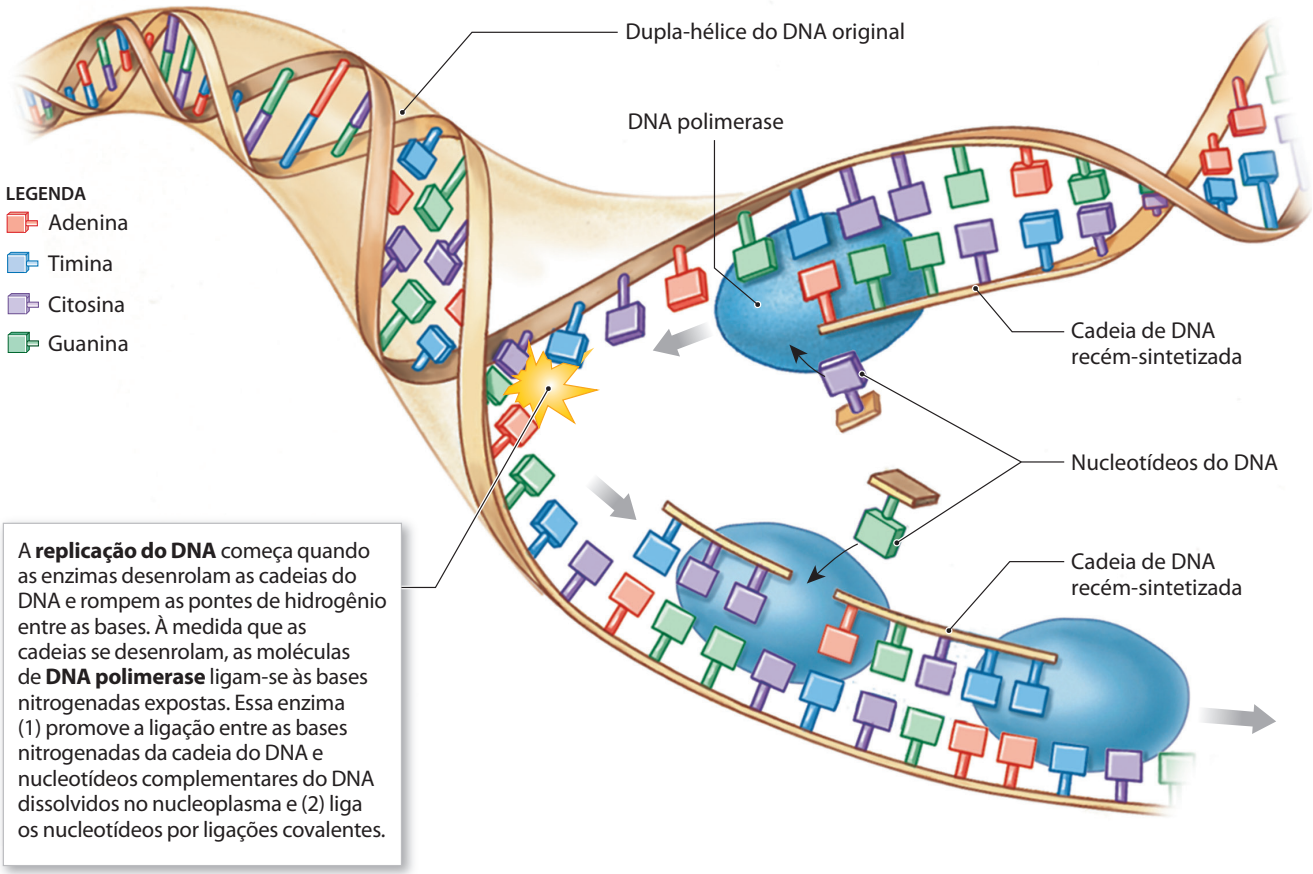
Na mitose, cópias idênticas dos cromossomos originais são distribuídas a cada célula-filha.



A divisão celular termina quando a **citocinese** completa a separação física das duas células-filhas.

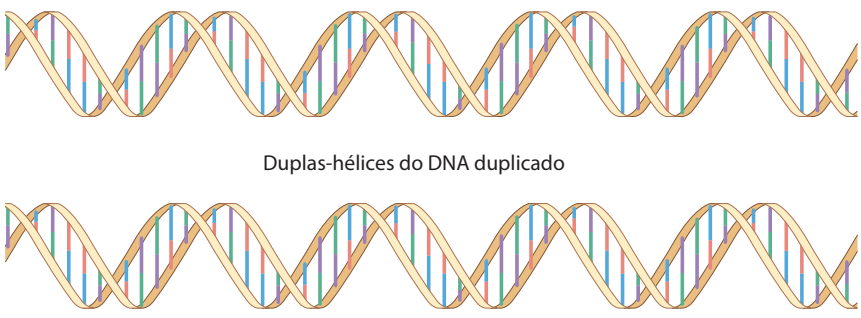


3 O primeiro passo na preparação da divisão celular é a duplicação, ou replicação, do DNA no núcleo.



A **replicação do DNA** começa quando as enzimas desenrolam as cadeias do DNA e rompem as pontes de hidrogênio entre as bases. À medida que as cadeias se desenrolam, as moléculas de **DNA polimerase** ligam-se às bases nitrogenadas expostas. Essa enzima (1) promove a ligação entre as bases nitrogenadas da cadeia do DNA e nucleotídeos complementares do DNA dissolvidos no nucleoplasma e (2) liga os nucleotídeos por ligações covalentes.

4 Então, as duas cadeias originais separam-se completamente. A replicação termina e duas moléculas de DNA idênticas estão formadas. Uma vez que o DNA foi replicado, os centríolos duplicados e as enzimas e proteínas necessárias foram sintetizadas, a célula deixa a interfase e prossegue para a mitose.



Duplas-hélices do DNA duplicado

Revisão do Módulo 3.7

a. Descreva o que acontece durante a interfase.

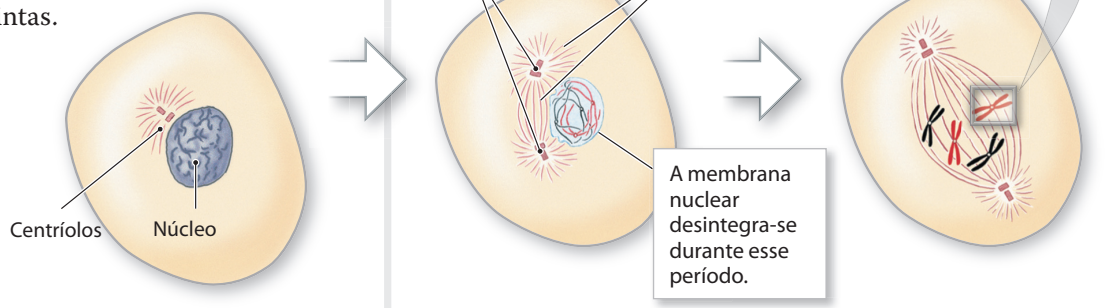
b. Quais enzimas devem estar presentes para que a replicação do DNA prossiga normalmente?

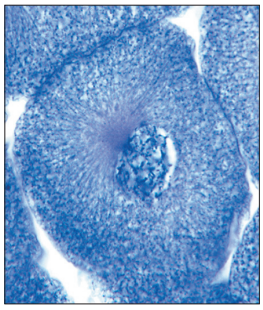
c. O que é a apoptose?

A mitose distribui cromossomos antes de a citocinese separar as células-filhas

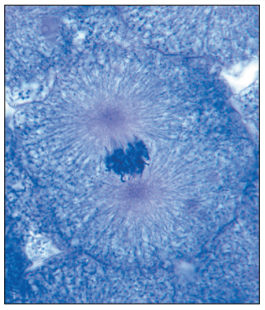
A **mitose** é constituída de uma série de eventos durante os quais os cromossomos duplicados de uma célula são separados e distribuídos em dois núcleos idênticos. O termo mitose especificamente refere-se à divisão e à duplicação do núcleo da célula. Um processo separado, mas relacionado, chamado de **citocinese**, envolve a divisão do citoplasma em duas novas células distintas.

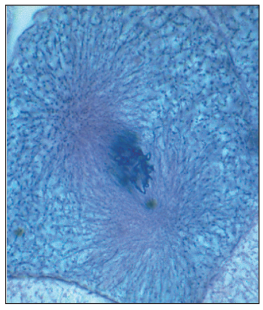
MITOSE



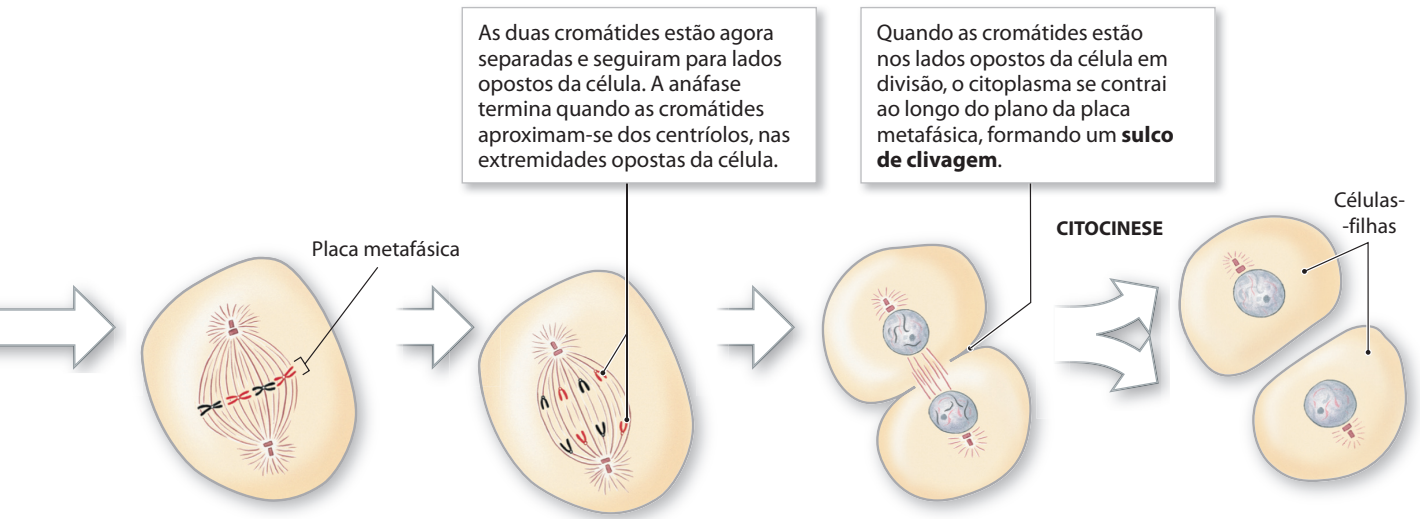


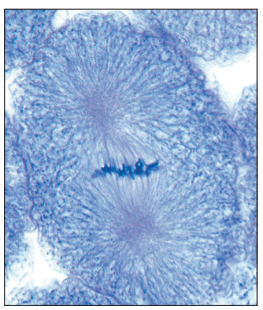
1 Durante a interfase, o filamento de DNA está frouxamente condensado e os cromossomos não podem ser vistos.



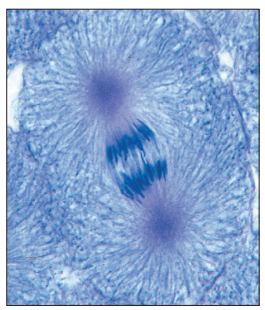


2 A **prófase** (*pro,* antes) começa quando os cromossomos se espiralizam tão intensamente que podem ser vistos ao microscópio óptico. Como resultado da replicação do DNA, existem agora duas cópias de cada cromossomo. Cada cópia é chamada de **cromátide** e as cromátides pareadas estão ligadas por uma região conhecida como centrômero.

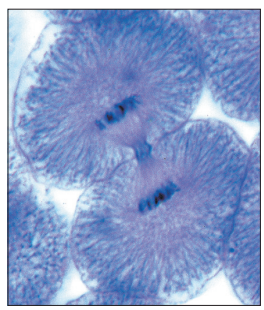




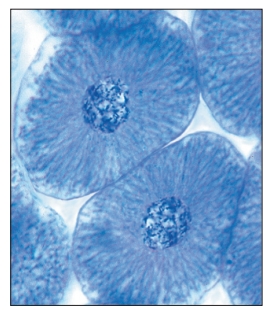
3 A **metáfase** (*meta*, depois) começa quando as cromátides deslocam-se para uma zona central estreita chamada de **placa metafásica**. A metáfase termina quando todas as cromátides estão alinhadas no plano da placa metafásica.



4 A **anáfase** (*ana-*, além) começa quando o centrômero de cada par de cromátides se divide e estas se separam. As cromátides foram puxadas pelas fibras do fuso para lados opostos da célula em divisão.



5 Durante a **telófase** (*telo-*, fim), as membranas nucleares tomam forma novamente, os núcleos se ampliam e os cromossomos gradualmente se descondensam para o estado de cromatina. O fim da telófase marca o fim da mitose.



6 A citocinese geralmente começa com a formação de um sulco de clivagem durante a anáfase e continua ao longo da telófase. A conclusão da citocinese marca o fim da divisão celular.

Revisão do Módulo 3.8

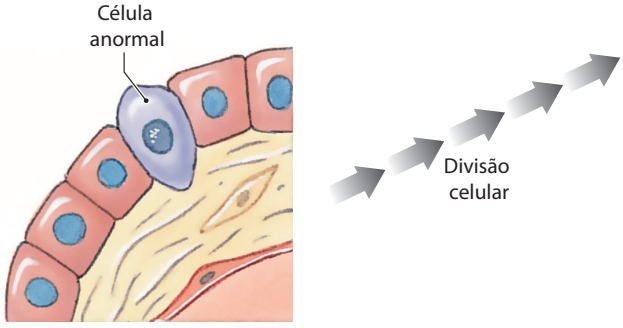
a. Defina mitose e descreva suas quatro etapas.

b. O que é uma cromátide e quantas estariam presentes durante a mitose normal em uma célula humana?

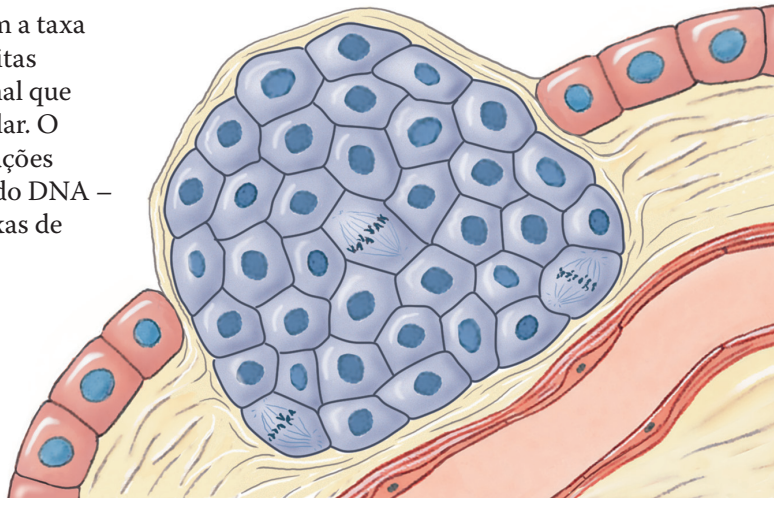
c. Descreva o aspecto geral de uma célula que tenha completado a mitose, mas não a citocinese.

Os tumores e cânceres são caracterizados por crescimento e divisão anormal das células

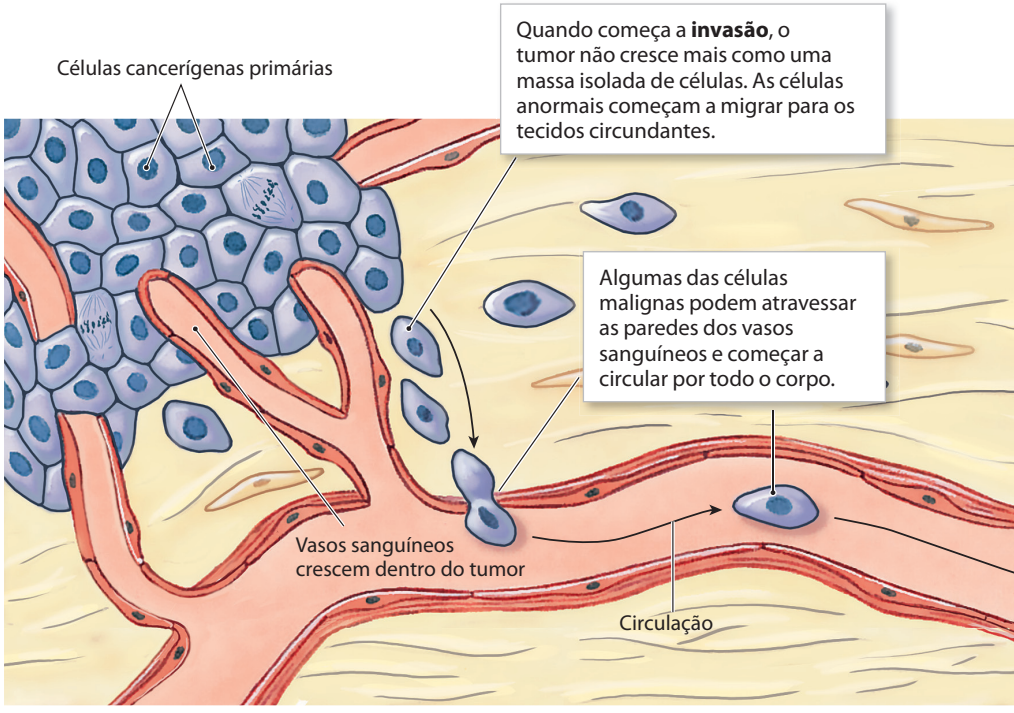
Quando as taxas de crescimento e divisão celular excedem a taxa de morte celular, um tecido cresce. Esse crescimento, muitas vezes, é resultado das divisões de uma única célula anormal que não responde mais aos fatores que regulam a divisão celular. O câncer é uma doença caracterizada por mutações – alterações permanentes na função e na sequência dos nucleotídeos do DNA – que destroem os mecanismos normais que regulam as taxas de divisão celular.



1 O câncer geralmente começa a partir de uma única célula anormal. Toda vez que uma célula se divide, há uma probabilidade de que algo de errado aconteça com o mecanismo de controle. Como resultado, o câncer ocorre, com mais frequência, em tecidos cujas células se dividem rapidamente e de forma contínua, por exemplo, o epitélio da pele ou da mucosa intestinal.



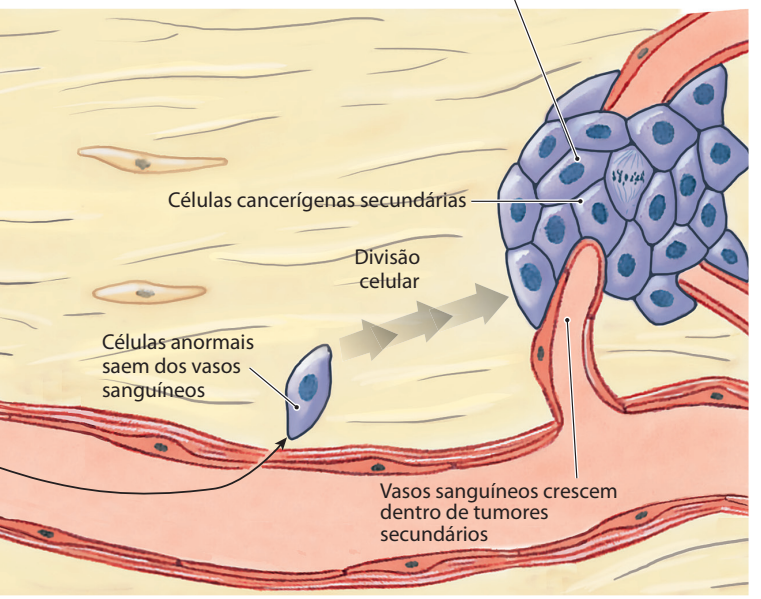
2 **Tumor** é uma massa produzida por crescimento e divisão anormal das células. Em **tumor benigno**, as células não são cancerosas e elas costumam permanecer em um só lugar. Um tumor benigno raramente ameaça a vida de uma pessoa e geralmente pode ser removido em um procedimento cirúrgico.



3 As células de **tumor maligno** dividem-se muito rapidamente, liberando substâncias químicas que estimulam o crescimento de vasos sanguíneos na região. A disponibilidade de nutrientes adicionais acelera o crescimento tumoral e as células malignas começam, em seguida, a migrar para os tecidos circundantes e vasos sanguíneos mais próximos. Esse processo – **metástase** – pode produzir tumores em tecidos distantes do local do tumor original.

4 As células malignas já não podem mais desempenhar suas funções originais ou passam a executar as funções normais de um modo anormal. Por exemplo, células cancerosas do sistema endócrino podem produzir hormônios normais, mas em quantidades excessivamente grandes. Esta foto mostra um paciente com um tumor maligno na glândula tireoide. O tumor produz grandes quantidades de hormônio na tireoide, causando alterações drásticas na atividade metabólica em todo o corpo.

Respondendo a algumas interpretações, as células cancerosas na corrente sanguínea podem, por fim, sair dos vasos sanguíneos e implantar tumores em outros locais. Esses tumores são extremamente ativos metabolicamente e sua presença estimula o crescimento de vasos sanguíneos para dentro da área afetada. O aumento da circulação sanguínea fornece nutrientes adicionais às células cancerígenas, o que acelera o crescimento de tumores e a metástase.



As células cancerígenas não usam a energia de forma eficiente. Elas crescem e se multiplicam à custa dos tecidos saudáveis, competindo com as células normais por espaço e nutrientes. O indivíduo pode morrer quando as células cancerígenas matam ou substituem as células saudáveis, comprimem órgãos vitais ou privam os tecidos normais de nutrientes essenciais. É por isso que muitos pacientes em estágio final de câncer aparentam morrer de inanição.

Revisão do Módulo 3.9

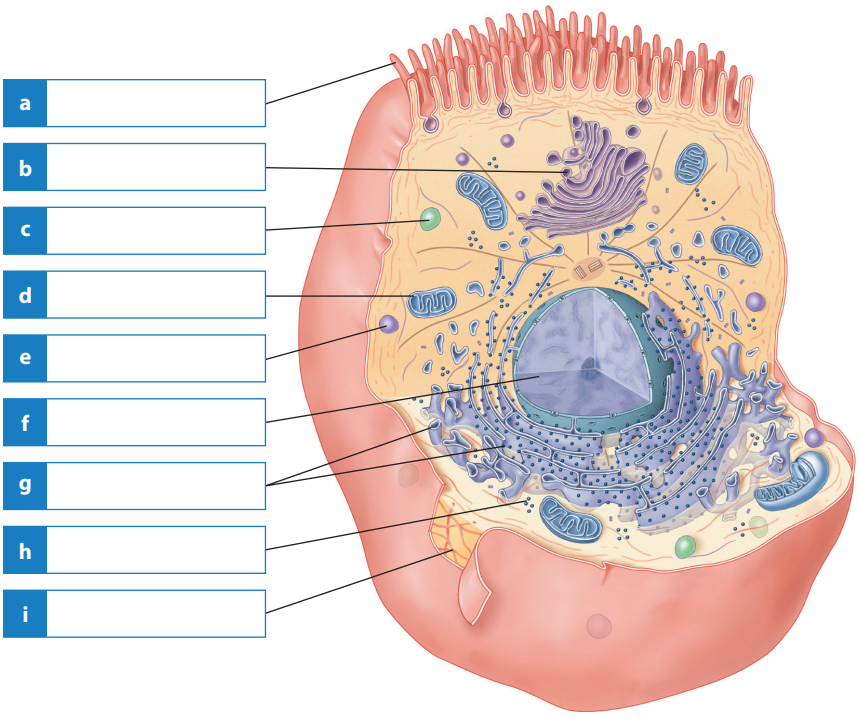
a. Defina o que é um câncer.

b. Diferencie um tumor benigno de um tumor maligno.

c. Por que o câncer é perigoso?

1. Resposta objetiva

Nomeie corretamente as estruturas no diagrama da célula abaixo e, em seguida, descreva as funções de cada uma delas.



2. Atividade de associação

Associe os seguintes termos com a descrição correspondente mais adequada.

- transcrição
- RNAt
- cromossomos
- informação genética
- timina
- RNAm
- gene
- uracila
- envelope nuclear
- poro nuclear
- nucléolo

a	_____	Filamentos de DNA e histonas
b	_____	Base nitrogenada do DNA
c	_____	Membrana dupla
d	_____	Base nitrogenada do RNA
e	_____	Reúne subunidades ribossômicas
f	_____	Passagem para o RNAm funcional
g	_____	Formação de RNAm
h	_____	Unidade funcional da hereditariedade
i	_____	Códon
j	_____	Anticódon
k	_____	Sequência do nucleotídeo do DNA

3. Integração de seções

O núcleo é geralmente descrito como o centro de controle da célula. Explique o papel do núcleo na manutenção da homeostase.

_____

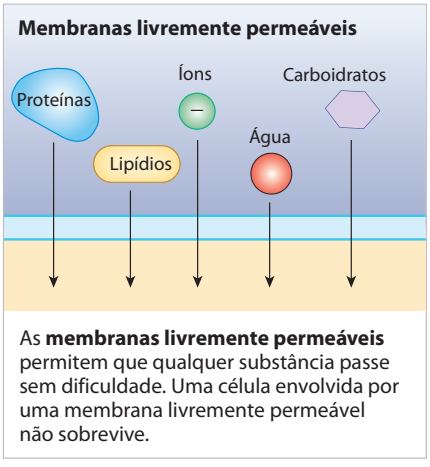
_____

_____

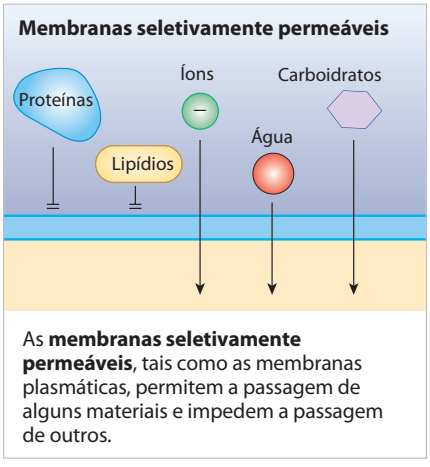
Como as substâncias entram e saem da célula

As condições no interior da célula podem ser consideravelmente diferentes das condições fora da célula, pelo fato de a membrana plasmática ser uma barreira bastante eficaz. No entanto, a barreira não pode ser absoluta, porque as células não são autossuficientes e suas atividades devem ser coordenadas. Nesta seção, vamos considerar como a membrana plasmática regula seletivamente a movimentação de materiais para dentro e para fora da célula.

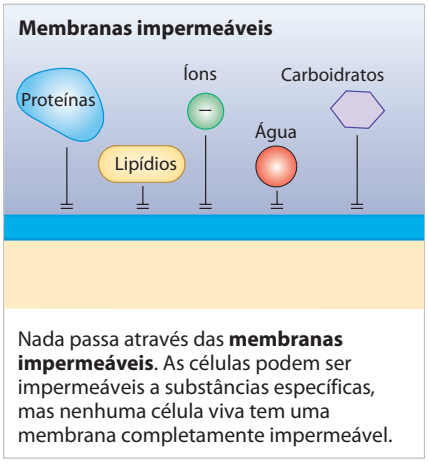
1 A **permeabilidade** é a propriedade da membrana plasmática que determina, com precisão, quais substâncias podem entrar ou sair do citoplasma.



As **membranas livremente permeáveis** permitem que qualquer substância passe sem dificuldade. Uma célula envolvida por uma membrana livremente permeável não sobrevive.

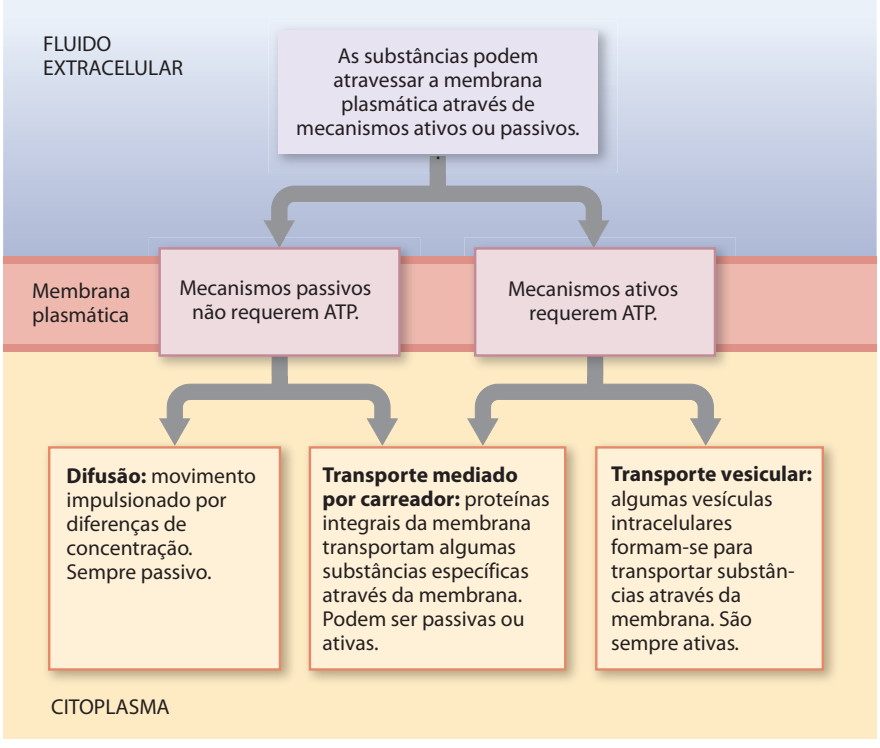


As **membranas seletivamente permeáveis**, tais como as membranas plasmáticas, permitem a passagem de alguns materiais e impedem a passagem de outros.



Nada passa através das **membranas impermeáveis**. As células podem ser impermeáveis a substâncias específicas, mas nenhuma célula viva tem uma membrana completamente impermeável.

2 A permeabilidade da célula baseia-se no tamanho, na carga elétrica, na forma molecular, na solubilidade lipídica ou outros fatores. As células diferem em suas permeabilidades dependendo de quais lipídios e proteínas estão presentes na membrana plasmática e como esses componentes estão organizados.

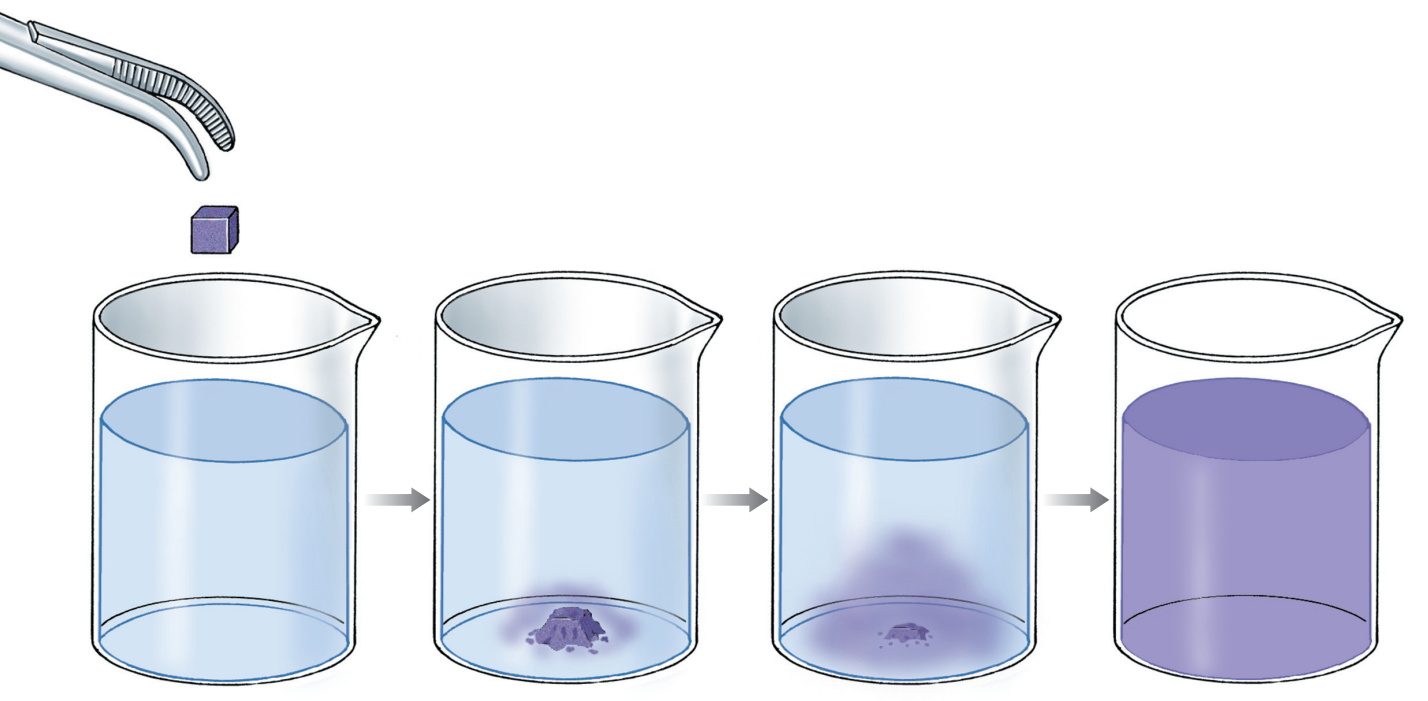


3.10

A difusão é o movimento impulsionado por diferenças de concentração

Os íons e as moléculas estão em constante movimento em líquidos e gases, chocando e ricocheteando-se uns aos outros e com os obstáculos de seu caminho. O movimento é aleatório: uma molécula pode saltar em qualquer direção. O resultado desse movimento aleatório contínuo é que, ao longo do tempo, as moléculas tendem a ficar uniformemente distribuídas em qualquer espaço delimitado. Esse processo de distribuição é chamado de **difusão**. Quando as moléculas não estão distribuídas de maneira uniforme, ocorre uma diferença ou um **gradiente** de concentração. A menos que haja algum impedimento, após um período a difusão eliminará o gradiente de concentração. Após a eliminação do gradiente, o movimento molecular continuará, mas o movimento diferencial não acontecerá mais em nenhuma direção específica.

1 A difusão no ar e na água é lenta e é mais importante ao longo de distâncias muito pequenas. Uma demonstração simples – observe um cubo de açúcar colorido colocado em um copo de água – pode dar uma ideia do que acontece no nível celular. No entanto, se comparado a uma célula, um copo de água é enorme.



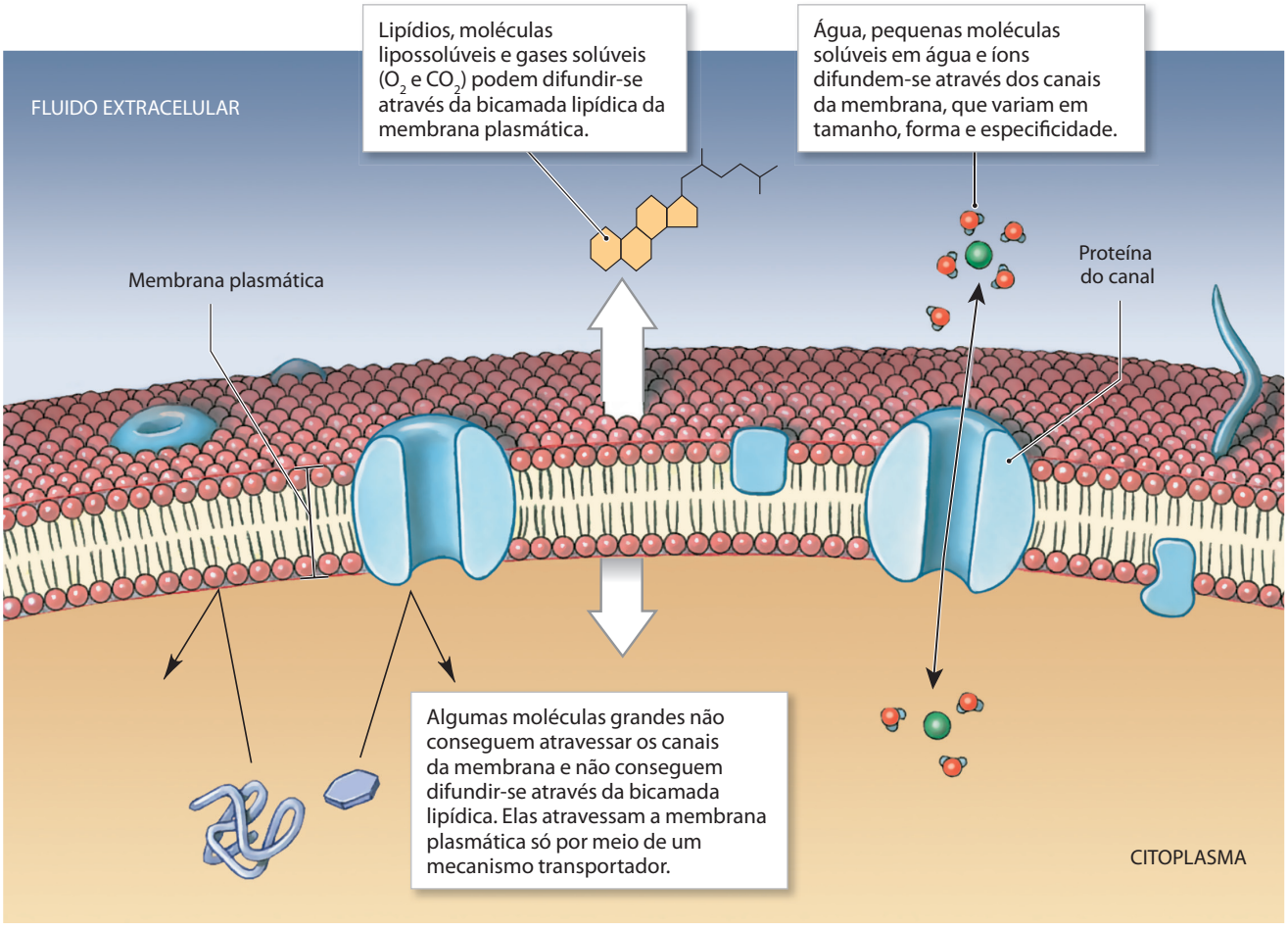
Coloque um cubo de açúcar colorido em um grande volume de água limpa.

O cubo em processo de dissolução estabelece um gradiente de concentração mais elevado tanto para o açúcar como para o corante. As concentrações de açúcar e de corante são altas perto do cubo e inferiores nas outras posições.

Com o passar do tempo, as moléculas de açúcar e corante se espalham pela solução.

Geralmente, as moléculas de açúcar e corante são distribuídas uniformemente por toda a solução.

2 A água e os solutos dissolvidos difundem-se livremente em fluidos extracelulares. A membrana plasmática, no entanto, atua como uma barreira que restringe seletivamente a difusão: algumas substâncias passam por ela facilmente, enquanto outras não conseguem penetrar a membrana. Um íon ou uma molécula pode difundir-se através de uma membrana plasmática apenas se (1) passar através da porção lipídica da membrana ou (2) passar através de um canal da membrana.



Os fluidos intracelulares e extracelulares são soluções que contêm uma variedade de materiais dissolvidos. Cada soluto difunde-se como se fosse o único material em solução. Se ignorarmos as identidades dos solutos e considerarmos apenas os íons e as moléculas, descobrimos que a concentração total de íons e moléculas dissolvidos, de ambos os lados da membrana plasmática, permanece a mesma. Esse estado de equilíbrio da membrana persiste porque uma membrana plasmática típica é livremente permeável à água. A difusão da água através de uma membrana é tão importante que esse processo recebe um nome especial: **osmose** (*osmos*, empurrão).

Revisão do Módulo 3.10

a. Defina difusão.

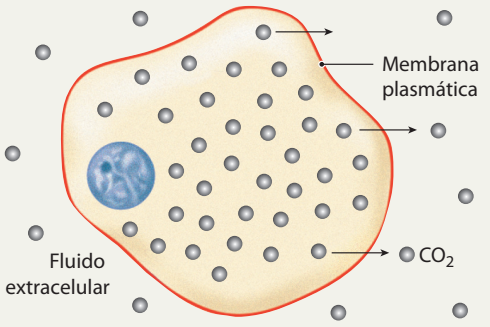
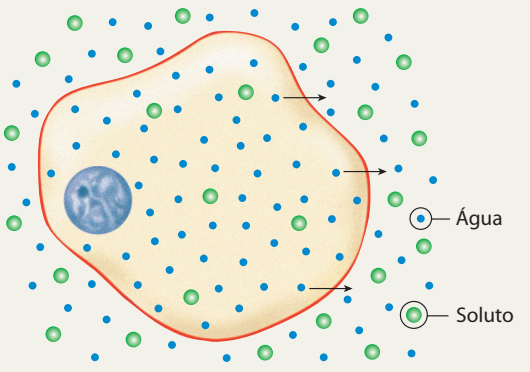
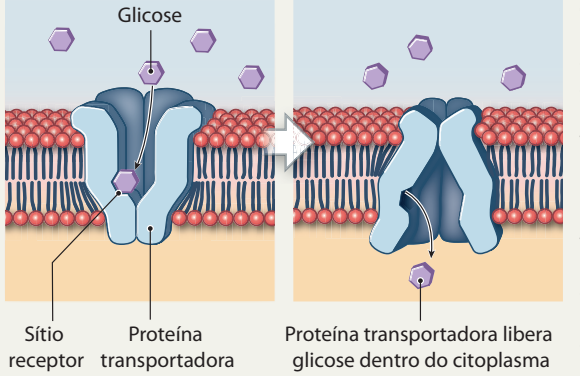
b. Identifique os fatores que influenciam a difusão.

c. Como uma diminuição na concentração de oxigênio nos pulmões afetaria a difusão do oxigênio no sangue?

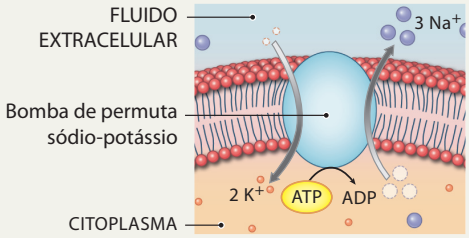
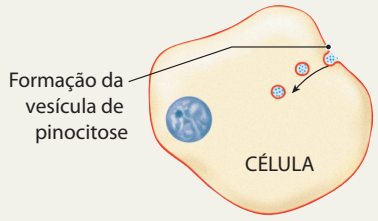
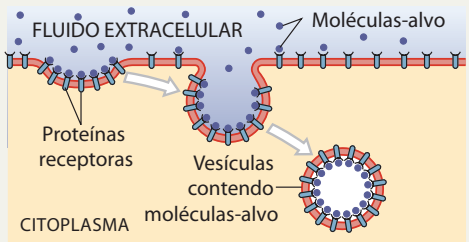
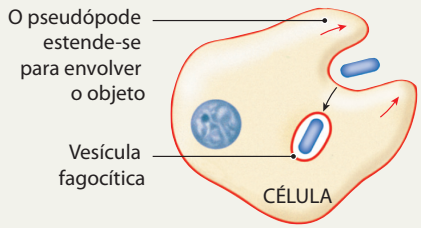
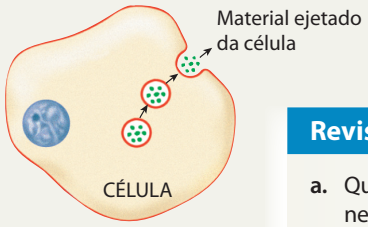
Os processos ativos e passivos movem materiais para dentro e para fora das células

A membrana plasmática isola a célula do ambiente extracelular, mas esse isolamento não é total. Para sobreviver, a célula precisa continuamente absorver nutrientes e oxigênio e liberar dióxido de carbono e resíduos de produtos. Esse intercâmbio envolve os processos ativos e passivos.

Processos de transporte passivo (nenhuma energia celular é dispendida)

Processo	Descrição	Exemplo	
Difusão	A difusão é o movimento de moléculas a partir de uma área de alta concentração para uma área de baixa concentração. Isto é, o movimento ocorre até se atingir o gradiente de concentração (alto a baixo).		Quando a concentração de CO_2 dentro de uma célula é maior do que do lado de fora da célula, o CO_2 se difunde para fora da célula e para o fluido extracelular.
Osmose	A osmose é a difusão de moléculas de água através de uma membrana seletivamente permeável. O movimento ocorre em direção à maior concentração de soluto porque é aí que a concentração de água é menor. A osmose continua até que o gradiente de concentração seja eliminado.		Se a concentração do soluto fora da célula é maior do que no interior da célula, as moléculas de água se moverão através da membrana plasmática para o fluido extracelular.
Difusão facilitada (transporte mediado por transportador)	A difusão facilitada é o movimento de materiais através de uma membrana realizado por uma proteína transportadora. O movimento acompanha o gradiente de concentração.		Os nutrientes que são insolúveis em lípidios e demasiado grandes para atravessar os canais da membrana podem ser transportados através da membrana plasmática por proteínas transportadoras. Muitas proteínas transportadoras movem uma substância específica em apenas uma direção, ou para dentro ou para fora da célula.

Processos de transporte ativo (requerem ATP ou outra fonte de energia)

Processo	Descrição	Exemplo
Transporte ativo (transporte mediado por carreador)	O **transporte ativo** requer proteínas de transporte que movam substâncias específicas através de uma membrana. Ele continua apesar de um gradiente de concentração oposto. Se o transportador move um soluto em uma direção e outro soluto no sentido oposto, isso se chama bomba de troca ou de permuta	 Um dos sistemas mais comuns é o transporte ativo da **bomba de troca sódio-potássio**. Uma molécula de ATP é consumida para cada três moléculas de sódio que são ejetadas da célula, enquanto dois íons de potássio são recuperados.
Formação de vesícula (endocitose) Pinocitose	Na **pinocitose**, as vesículas se formam na membrana plasmática e trazem fluidos e pequenas moléculas para dentro da célula. Esse processo é, muitas vezes, chamado de "endocitose de fase líquida".	 A água e pequenas moléculas penetram na célula através das vesículas membranosas, uma vez que a vesícula está dentro do citoplasma.
Endocitose mediada por receptor	Na **endocitose mediada por receptor**, as moléculas-alvo ligam-se às proteínas receptoras na superfície da membrana, estimulando a formação da vesícula.	 Cada célula tem sensibilidades específicas aos materiais extracelulares, dependendo de quais proteínas receptoras estão presentes na membrana plasmática.
Fagocitose	Na **fagocitose**, vesículas se formam na membrana plasmática para levar as partículas sólidas para dentro da célula. Esse processo é, muitas vezes, chamado de "endocitose de fase sólida".	 As partículas grandes são trazidas para dentro da célula através das extensões citoplasmáticas (chamadas de **pseudópodes**), que englobam a partícula, trazendo-a para dentro da célula. Apenas as células especializadas realizam a fagocitose. Essas células são denominadas de **fagócitos** ou **macrófagos**.
Exocitose	Na **exocitose**, vesículas intracelulares fundem-se com a membrana plasmática para liberar fluidos e/ou sólidos da célula.	 Resíduos celulares ou produtos de secreção acumulam-se nas vesículas e são expelidos da célula.

Revisão do Módulo 3.11

a. Quais são os processos de transporte que necessitam de proteínas transportadoras?

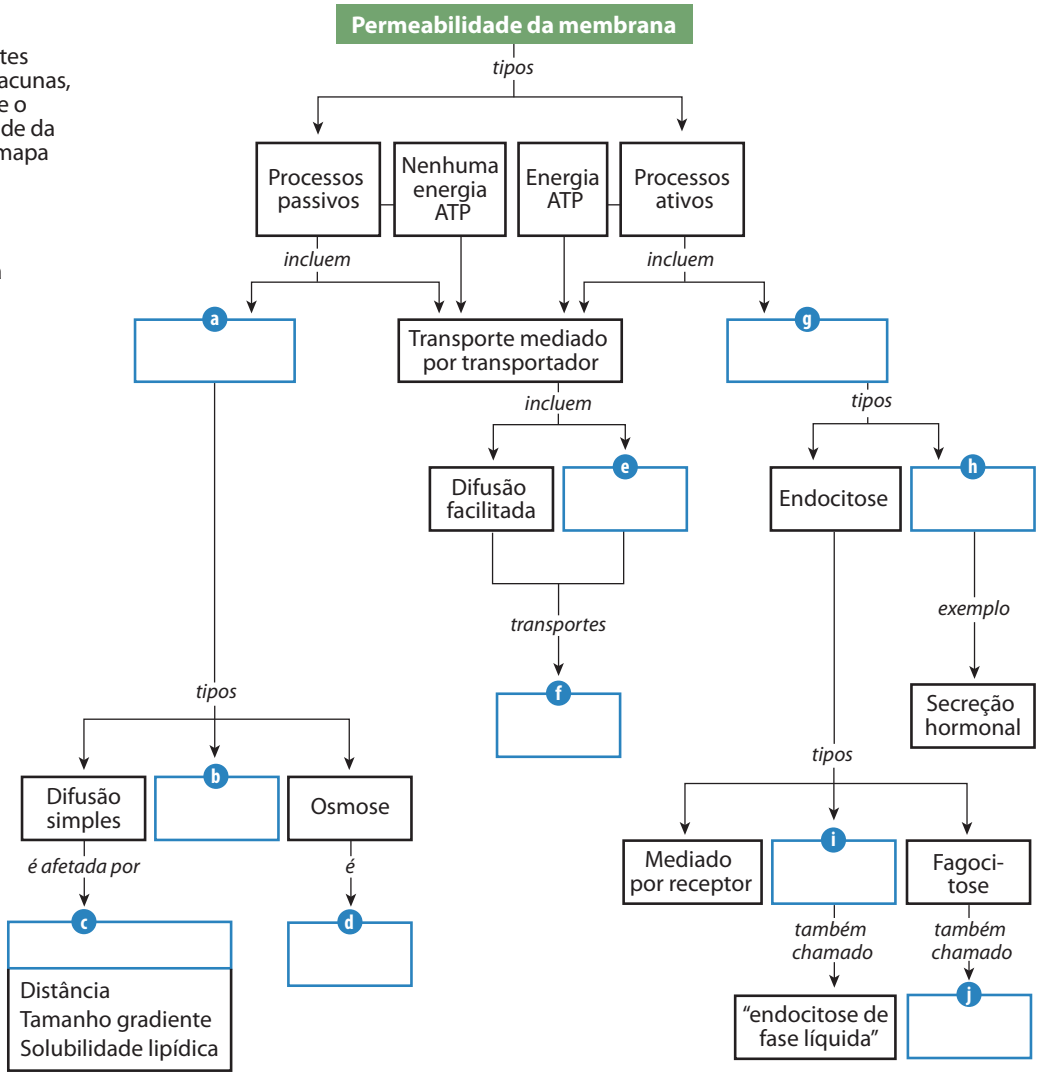
b. Descreva a exocitose.

c. Alguns tipos de glóbulos brancos englobam as bactérias e as trazem para dentro da célula para serem destruídas. Como é chamado esse processo?

1. Mapa conceitual

Utilize cada um dos seguintes termos para preencher as lacunas, completando corretamente o texto sobre a permeabilidade da membrana plasmática no mapa conceitual.

- exocitose
- difusão
- endocitose de fase sólida
- tamanho molecular
- pinocitose
- difusão facilitada
- transporte vesicular
- difusão da água
- transporte ativo
- substâncias específicas



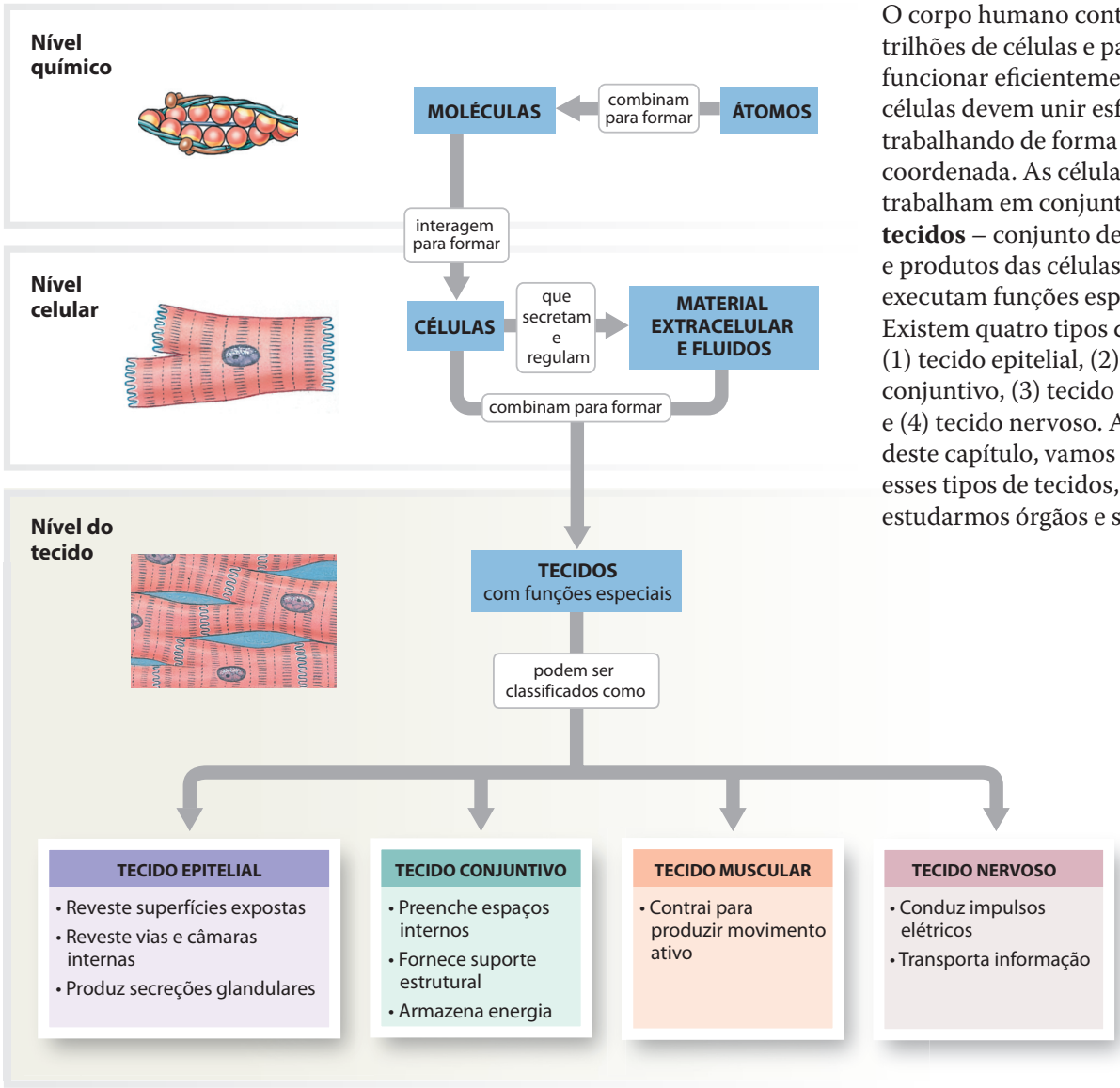
2. Resposta objetiva

Classifique cada uma das seguintes situações como um exemplo de difusão, osmose, ou nenhuma delas:

- Você entra em uma sala e sente cheiro de uma vela com essência de bálsamo. **a** _____
- Uma gota de corante alimentar dispersa em um meio líquido. **b** _____
- Fluxos de água através de uma mangueira de jardim. **c** _____
- Um cubo de açúcar dissolvido em uma xícara de chá quente. **d** _____
- Grama no quintal murcha depois de ter sido exposta a excesso de fertilizantes químicos. **e** _____
- Depois de várias horas de imersão em água com cloreto de sódio, um talo de aipo pesa menos do que pesava antes de ter sido colocado em água salgada. **f** _____

Tecidos

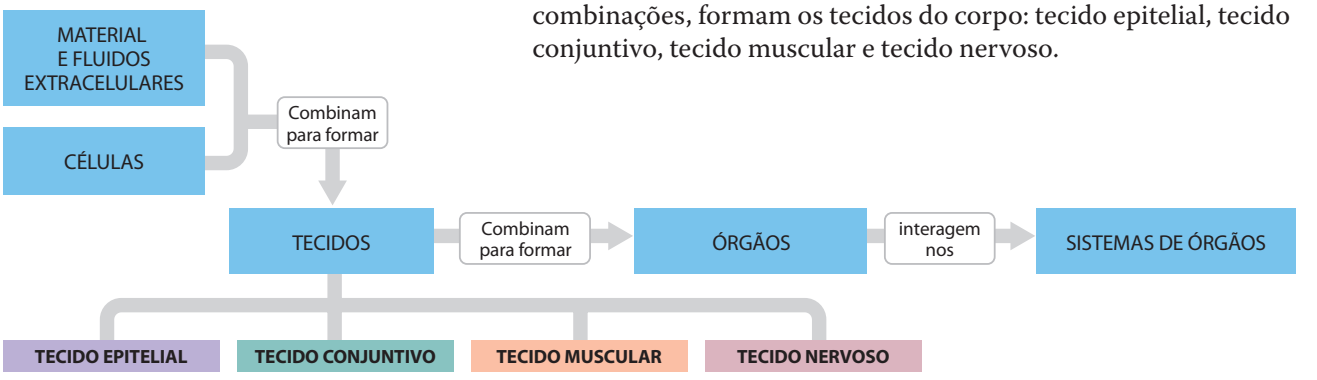
Nossa perspectiva muda à medida que consideramos o nível de organização do tecido. Por exemplo, precisamos de técnicas de visualização especiais e de procedimentos experimentais para examinar os átomos e as moléculas. Detalhes celulares muitas vezes fogem da detecção, a menos que se use um microscópio eletrônico. No entanto, através de um microscópio óptico conseguimos examinar a estrutura do tecido e, com base em suas experiências de laboratório, você já pode ser capaz de identificar alguns tecidos a olho nu.



O corpo humano contém trilhões de células e para funcionar eficientemente, as células devem unir esforços, trabalhando de forma coordenada. As células que trabalham em conjunto formam **tecidos** – conjunto de células e produtos das células, que executam funções específicas. Existem quatro tipos de tecidos: (1) tecido epitelial, (2) tecido conjuntivo, (3) tecido muscular e (4) tecido nervoso. Ao longo deste capítulo, vamos examinar esses tipos de tecidos, antes de estudarmos órgãos e sistemas.

Os tecidos são grupos especializados de células e seus produtos

Os cerca de duzentos diferentes tipos de células do corpo combinam-se para formar os tecidos, conjuntos de células e produtos das células que executam funções específicas. A **histologia** (*histos*, tecido) é o estudo dos tecidos. Este módulo apresentará os quatro **tipos de tecidos primários** que, em várias combinações, formam os tecidos do corpo: tecido epitelial, tecido conjuntivo, tecido muscular e tecido nervoso.

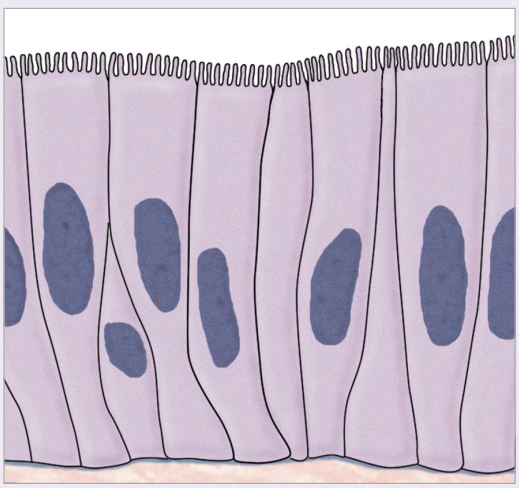


1 O tipo mais comum de **tecido epitelial** é uma camada de células que forma uma barreira com características específicas. O epitélio cobre toda a superfície exposta do corpo; reveste os sistemas digestório, respiratório, genital e urinário; circunda as cavidades internas, tais como a cavidade torácica ou as câmaras repletas de fluido no encéfalo, olho e orelha interna, e reveste as superfícies internas dos vasos sanguíneos e do coração.

2 O **tecido conjuntivo** é bastante diversificado na aparência. Todas as formas de tecido conjuntivo contêm células especializadas e uma **matriz** extracelular que consiste em fibras de proteína e um coloide conhecido como **substância fundamental**. A quantidade e a consistência da matriz dependem do tipo de tecido conjuntivo. No sangue, as células ficam suspensas em uma matriz aquosa denominada plasma. No osso, a matriz sólida é mais resistente, com cristais de sais de cálcio em torno de uma estrutura fibrosa e com pouca substância fundamental.

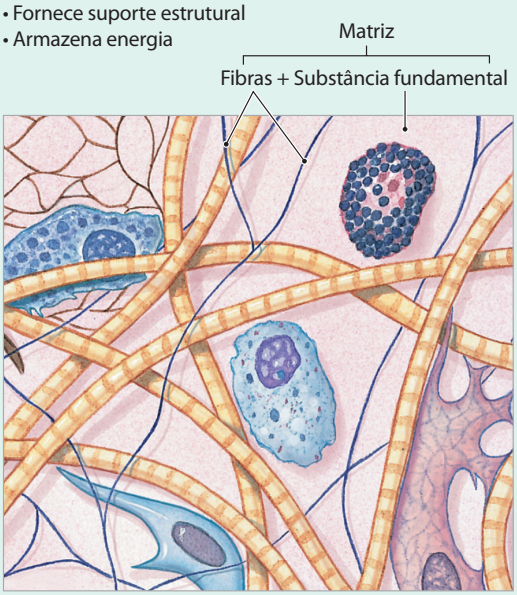
TECIDO EPITELIAL

- Cobre e protege superfícies expostas
- Reveste vias e câmaras internas
- Produz secreções glandulares



TECIDO CONJUNTIVO

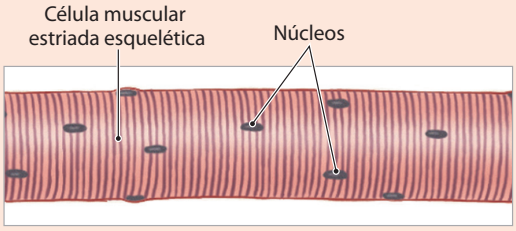
- Preenche espaços internos
- Fornece suporte estrutural
- Armazena energia



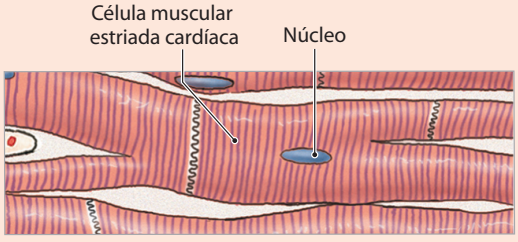
3 O **tecido muscular** é um tecido especial, pois somente as células musculares têm a capacidade de contração. As principais funções do tecido muscular incluem mover o esqueleto, servir de suporte para os tecidos moles, manter o fluxo sanguíneo, movimentar substâncias ao longo das vias internas e estabilizar a temperatura normal do corpo. Existem três tipos diferentes de tecido muscular.

TECIDO MUSCULAR

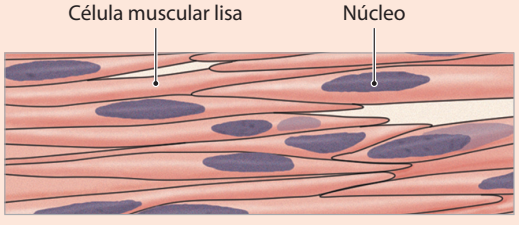
• Contrai para produzir movimento ativo



O **tecido muscular estriado esquelético** está, direta ou indiretamente, ligado ao esqueleto, e suas contrações movem ou estabilizam a posição dos ossos ou órgãos internos.



O **tecido muscular estriado cardíaco** é encontrado somente no coração, onde suas contrações coordenadas impulsionam o sangue através dos vasos sanguíneos.

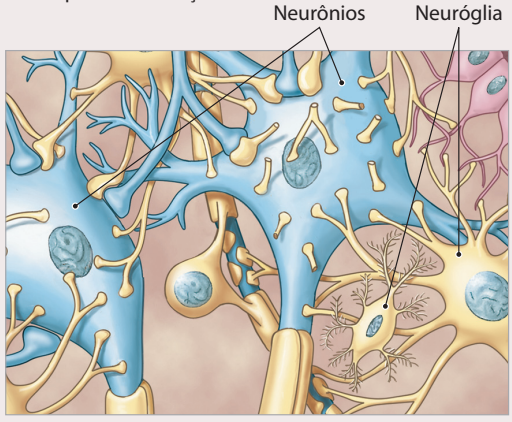


O **tecido muscular liso** pode ser encontrado nas paredes de vasos sanguíneos, dentro de glândulas e nos sistemas respiratório, circulatório, digestório e urogenital.

4 O **tecido nervoso** é especializado no transporte de informações ou instruções de um lugar do corpo para outro. O tecido nervoso apresenta dois tipos básicos de células: as células nervosas, ou **neurônios** (*neuro,* nervo), e as células de apoio, ou **neuróglia** (*glia,* cola). Os neurônios transmitem informações sob a forma de impulsos elétricos. A neuróglia isola e protege os neurônios, enquanto forma uma estrutura de apoio. Em termos anatômicos, o tecido nervoso pode ser dividido em **sistema nervoso central**, ou encéfalo e medula espinal, e **sistema nervoso periférico**, que inclui os nervos que ligam o sistema nervoso central a outros tecidos e órgãos.

TECIDO NERVOSO

• Conduz impulsos elétricos
• Transporta informação



Revisão do Módulo 3.12

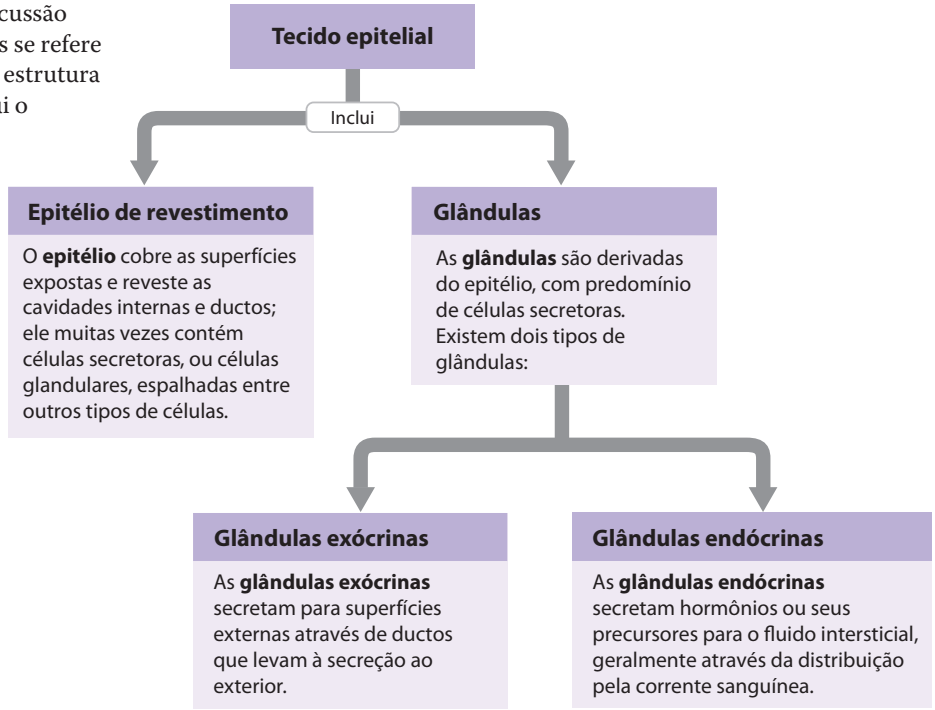
a. Defina histologia.

b. Identifique os quatro tipos de tecidos primários.

c. Explique as funções de cada um dos tipos de tecidos primários.

O tecido epitelial cobre superfícies, reveste estruturas e forma glândulas secretoras

1 Vamos começar nossa discussão com o tecido epitelial, pois se refere à superfície da nossa pele, uma estrutura familiar. O tecido epitelial inclui o epitélio de revestimento e as glândulas.



2 Esta tabela descreve quatro funções essenciais do tecido epitelial.

Funções dos tecidos epiteliais

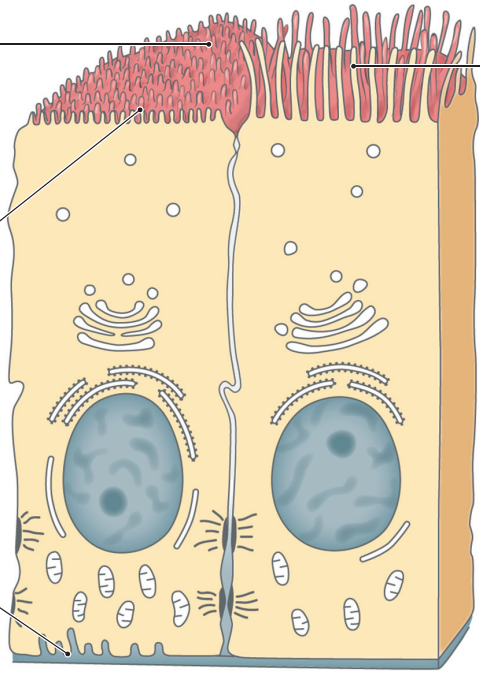
- **Fornecer proteção física:** o epitélio protege as superfícies expostas e internas de abrasão, de desidratação e de destruição por agentes químicos ou biológicos.
- **Controlar a permeabilidade:** qualquer substância que entra ou sai do corpo tem que atravessar o tecido epitelial. Algumas células do tecido epitelial são relativamente impermeáveis, ao passo que outras são permeáveis a compostos, tão grandes como proteínas. A maioria é capaz de absorção ou secreção seletivas.
- **Fornecer sensibilidade:** os nervos sensitivos conectam-se com a maioria dos epitélios. Células epiteliais especializadas podem detectar alterações no ambiente e transmitir informação sobre essas alterações ao sistema nervoso. Por exemplo, os receptores de tato respondem à pressão pela estimulação dos nervos sensitivos adjacentes.
- **Produzir secreções especializadas:** as células epiteliais, que produzem secreções, são chamadas de células glandulares. As células glandulares individuais ficam, muitas vezes, dispersas entre outros tipos de células no epitélio e podem assumir muitas outras funções.

3 As células de qualquer epitélio compartilham diversas características básicas. Um epitélio tem uma **superfície apical**, que está voltada para o exterior do corpo ou para alguma cavidade interna, e uma **superfície basal**, que está ligada aos tecidos adjacentes.

As microvilosidades são encontradas com frequência nas superfícies apicais das células epiteliais que revestem as passagens internas dos sistemas digestório, urinário e genital.

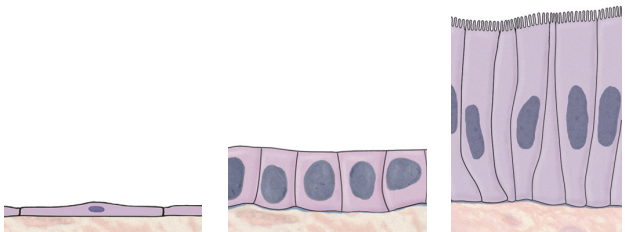
A superfície apical é a região da célula exposta ao ambiente externo ou interno. Quando o epitélio reveste um tubo, tal como o trato intestinal, as superfícies apicais das células epiteliais ficam expostas para o espaço interior do tubo, uma passagem chamada **lúmen**.

A superfície basal é o lugar onde a célula se fixa às células epiteliais subjacentes ou aos tecidos mais profundos.



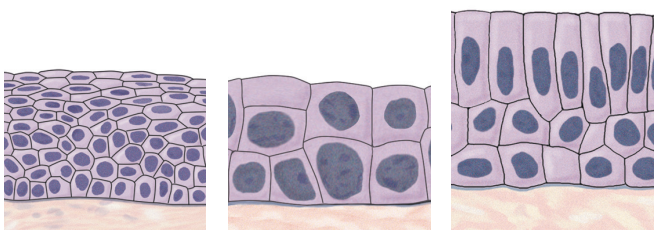
Os cílios cobrem as superfícies apicais em parte dos sistemas respiratório e genital. Uma célula ciliada típica contém aproximadamente 250 cílios que batem em um movimento coordenado.

Epitélios simples



Pavimentoso | Cúbico | Colunar

Epitélios estratificados



Pavimentoso | Cúbico | Colunar

4 As células epiteliais se apresentam em três formas: **pavimentosa**, **cúbica** e **colunar**. Para fins de classificação, observe as células superficiais em um corte. Em vista seccional, as células pavimentosas parecem achatadas e finas, as células cúbicas parecem pequenas caixas e as células colunares parecem altas, como retângulos esguios. Se existe apenas uma camada de células, denominamos **epitélio simples**. Se ele se apresenta em várias camadas, recebe o nome de **epitélio estratificado**. Os epitélios estratificados estão geralmente localizados em áreas que necessitam de proteção contra agressões mecânicas ou químicas, tais como a superfície da pele e o revestimento da boca.

Revisão do Módulo 3.13

a. Liste quatro funções principais do tecido epitelial.

b. Resuma a classificação de um epitélio com base no formato da célula e número de camadas de células.

c. Qual é a provável função de uma superfície epitelial cujas células têm muitos cílios?

As células epiteliais estão consideravelmente interligadas, tanto estrutural como funcionalmente

Para ser eficaz como uma barreira, um epitélio deve formar um revestimento ou uma cobertura completa. Ele também deve ter a capacidade de substituir as células perdidas ou danificadas por divisões de células-tronco. A integridade física de um epitélio depende de ligações intercelulares e da fixação com os tecidos adjacentes.

1 A estrutura detalhada de cada forma de anexo intercelular mostra a relação entre a estrutura e as funções em todos os níveis.

Junções intercelulares

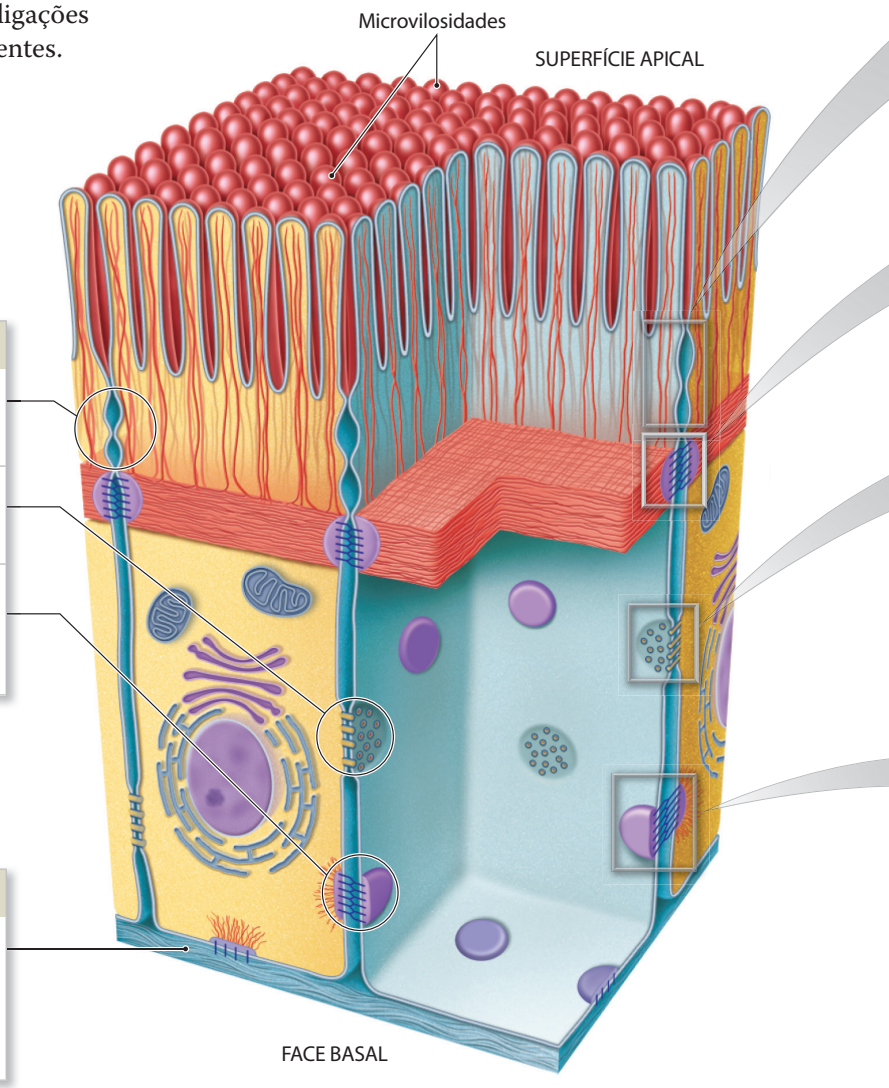
As **junções de oclusão** formam uma barreira que isola as superfícies basolaterais e os tecidos mais profundos dos conteúdos do lúmen.

As **junções comunicantes ou em *gap*** permitem a comunicação química que coordena as atividades entre células adjacentes.

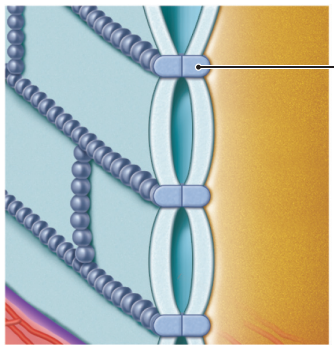
Os **desmossomos** (*desmos,* ligamento + *soma,* corpo) proporcionam uma conexão firme entre as células vizinhas, interligando seus citoesqueletos.

Membrana basal

A **membrana basal** é uma estrutura complexa produzida pela face basal do epitélio e pelo tecido conjuntivo subjacente. Contém glicoproteínas e uma rede de filamentos finos de proteínas.

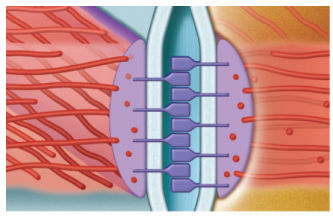


2 Em uma junção de oclusão, a adesão é tão intensa que impede a passagem de água e solutos entre as células. As junções de oclusão são encontradas no sistema digestório, para evitar que as enzimas, os ácidos e os resíduos no lúmen atinjam as superfícies basolaterais e que digiram ou danifiquem os tecidos subjacentes e órgãos.

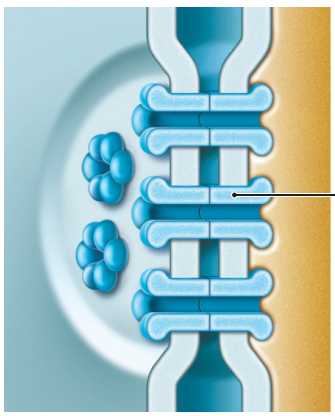


Em uma junção de oclusão, as proteínas integrais de membrana unem firmemente as porções lipídicas das duas membranas plasmáticas.

3 Abaixo das junções de oclusão há uma faixa, a junção de adesão. Ela é constituída de uma faixa contínua de proteínas da membrana que circunda as células e as conectam às células vizinhas. A faixa é formada por proteínas associadas a microfilamentos do citoesqueleto.

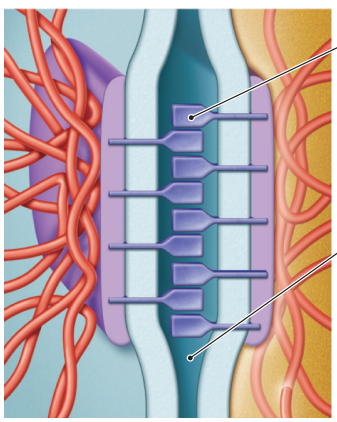


4 Na junção comunicante ou em gap, as proteínas juncionais entrelaçadas denominadas **conexons** mantêm duas células unidas. Esse tipo de junção entre as células epiteliais é comum onde o movimento dos íons ajuda a coordenar funções como secreção ou o batimento dos cílios. As junções em gap também estão presentes em outros tecidos; no coração, por exemplo, elas ajudam a coordenar as contrações do músculo cardíaco.



Conexons são canais proteicos que formam uma passagem estreita e permitem que as pequenas moléculas e íons passem de célula a célula.

5 Em um desmossomo, as membranas plasmáticas opostas estão fixadas juntamente. Os desmossomos são muito fortes e resistem ao estiramento e à torção. Também são abundantes entre as células, nas camadas superficiais da pele. Como resultado, as células lesionadas da pele geralmente são eliminadas em camadas, em vez de se desprenderem individualmente. É por isso que, após uma queimadura solar, sua pele descasca, sai em camada, em vez de se desprender como pó.



Moléculas de adesão celular (CAMs) são proteínas de membrana que se ligam umas às outras e às substâncias extracelulares.

As membranas das células adjacentes também podem estar ligadas por uma fina camada de **proteoglicanos** formados de um derivado de polissacarídeo.

Os epitélios não contêm vasos sanguíneos, por isso são chamados de **avasculares** (*a*, sem). As células que formam a camada mais profunda do epitélio devem manter-se firmemente conectadas aos tecidos conjuntivos subjacentes, pois os vasos sanguíneos nesses tecidos nutrem todo o epitélio.

Revisão do Módulo 3.14

a. Identifique os tipos de junções intercelulares epiteliais.

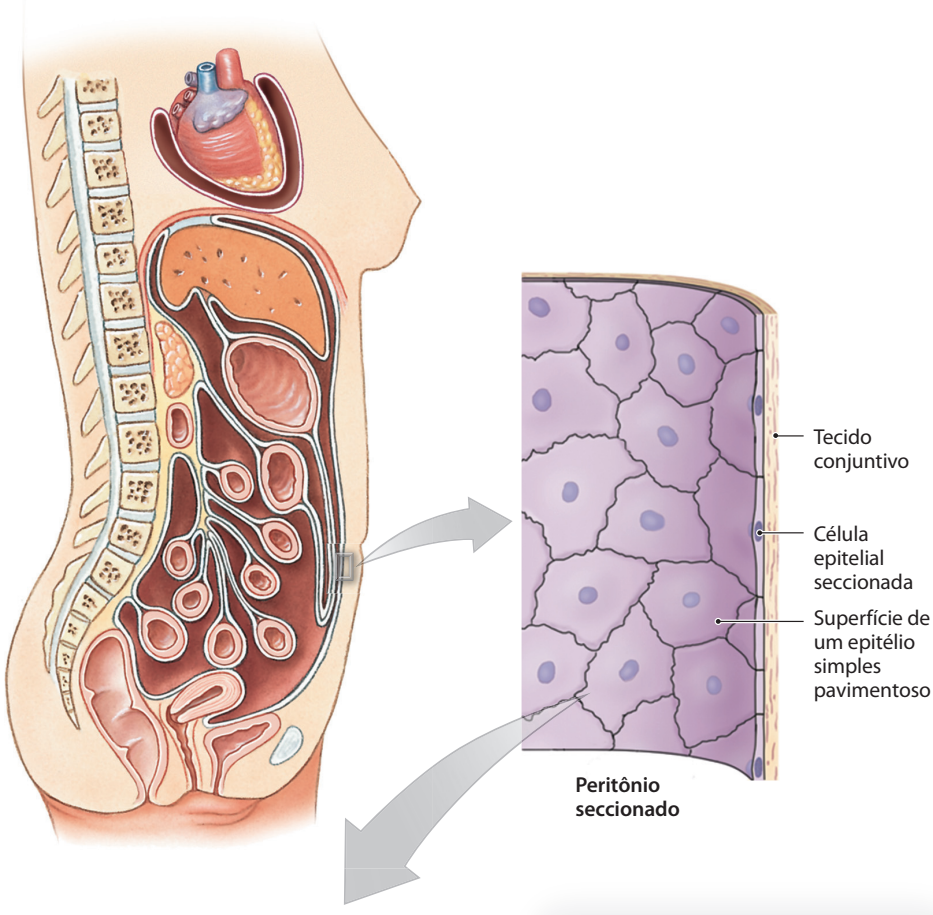
b. Como os tecidos epiteliais, que são avasculares, obtêm os nutrientes necessários?

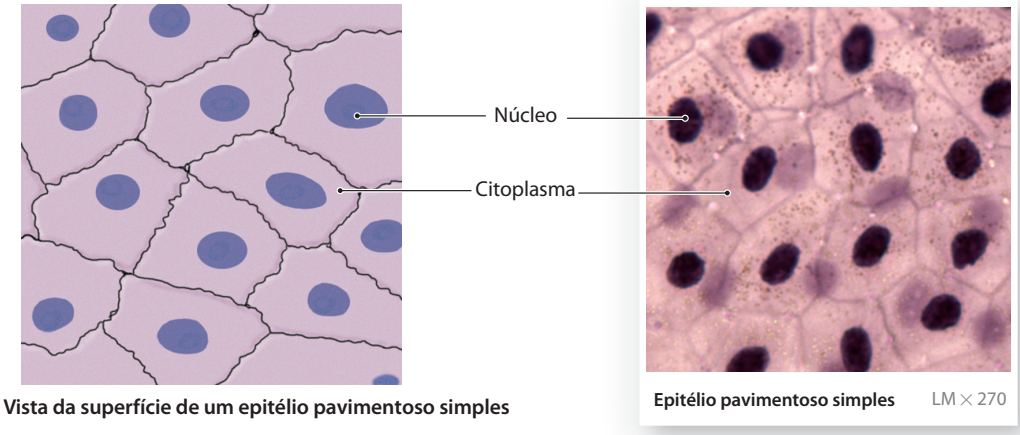
c. Quais são as funções das junções intercelulares?

As células de um epitélio pavimentoso são achatadas e têm forma irregular

As células de um **epitélio pavimentoso ou escamoso** (*squama*, placa ou pavimento) são finas, lisas e de forma irregular, como peças de um quebra-cabeça. Vistas da superfície, as células se parecem com ovos fritos colocados lado a lado. Na vista seccional, o núcleo em forma de disco ocupa a porção mais espessa de cada célula.

1 Um **epitélio pavimentoso simples** é o epitélio mais delicado do corpo. Este tipo de epitélio está localizado em regiões protegidas, onde a absorção ou a difusão ocorre, ou onde uma superfície lisa escorregadia reduz o atrito. Por exemplo, o peritônio forma uma membrana fina lubrificada que reveste a cavidade abdominal. Epitélios pavimentosos simples também são encontrados ao longo de ductos nos rins, nas paredes dos capilares, dentro do olho e nos alvéolos dos pulmões, superfícies onde ocorrem trocas gasosas.

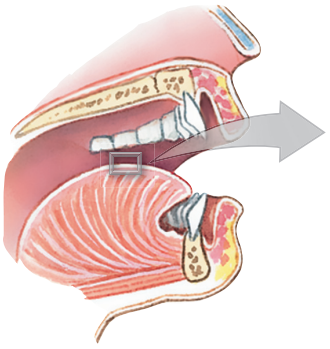


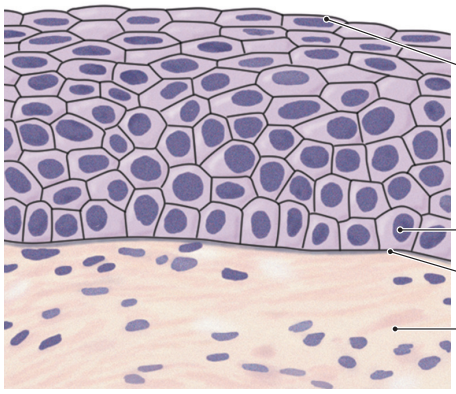


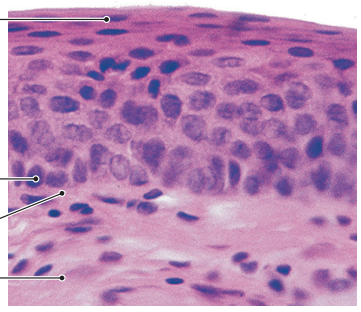
Vista da superfície de um epitélio pavimentoso simples

Epitélio pavimentoso simples LM × 270

2 O **epitélio pavimentoso estratificado** está localizado onde os estresses mecânicos ou químicos são mais severos. Ele é composto de várias camadas de células, mas apenas as camadas superficiais são achatadas. O epitélio pavimentoso estratificado forma a superfície da pele e reveste boca, faringe, língua, esôfago, reto, ânus e vagina.

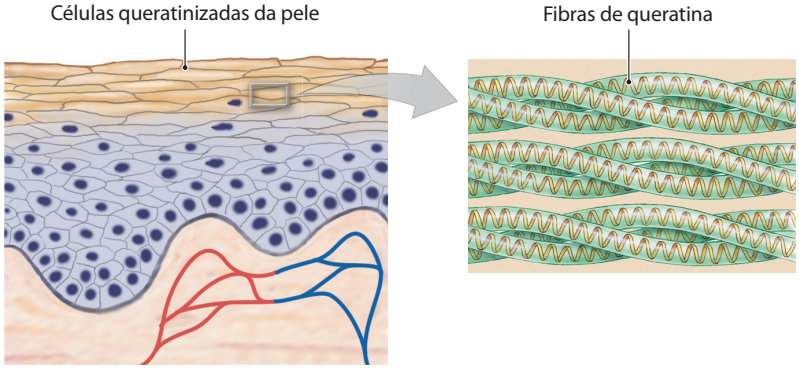


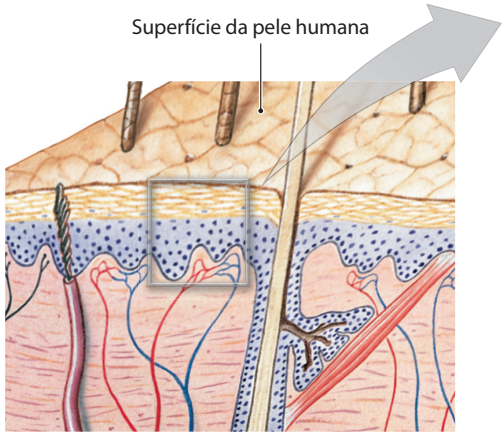




Superfície da língua LM × 400

3 Em superfícies expostas do corpo, onde o estresse mecânico e a desidratação são problemas potenciais, as camadas apicais de células epiteliais são envolvidas com filamentos da proteína queratina. Como resultado, as camadas superficiais de um epitélio **queratinizado** – como a superfície de sua pele – são rígidas e resistentes à água. Um epitélio pavimentoso estratificado **não queratinizado** resiste à abrasão, mas secará e deteriorará, a menos que seja mantido úmido. Epitélios pavimentosos estratificados não queratinizados e mais delicados são encontrados em cavidade oral, faringe, esôfago, ânus e vagina.





Revisão do Módulo 3.15

a. Quais propriedades são comuns ao epitélio queratinizado?

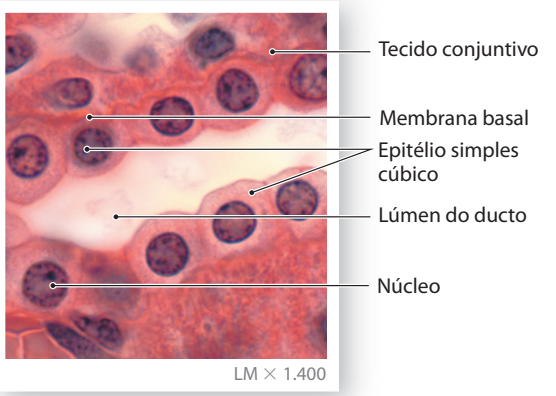
b. Por que faringe, esôfago, ânus e vagina têm uma organização epitelial semelhante?

c. Você consegue ver o epitélio pavimentoso simples na superfície externa de um tecido com um microscópio óptico. Poderia esta ser uma amostra da superfície da pele? Por que sim ou por que não?

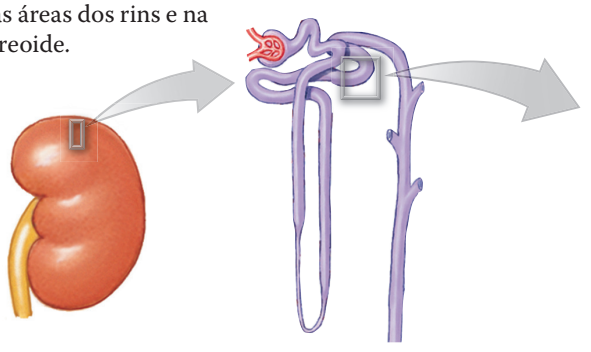
Os epitélios cúbico e transicional são encontrados ao longo de vários ductos e câmaras conectadas com o exterior

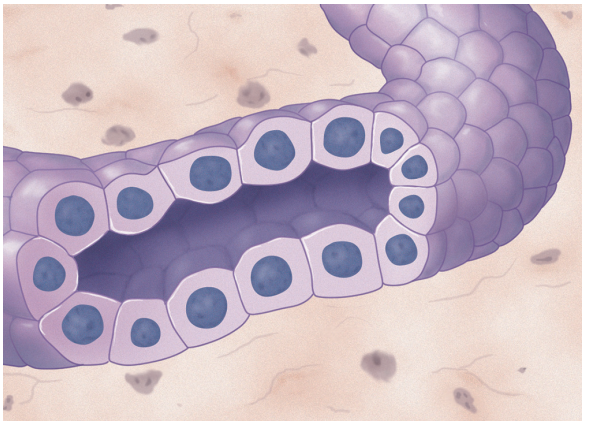
Epitélio cúbico

1 As células do **epitélio cúbico** assemelham-se a caixas hexagonais. Os núcleos esféricos estão localizados no centro de cada célula.



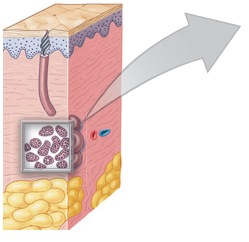
2 O **epitélio simples cúbico** reveste as glândulas exócrinas e ductos (passagens de secreções). Também são encontrados em algumas áreas dos rins e na glândula tireoide.

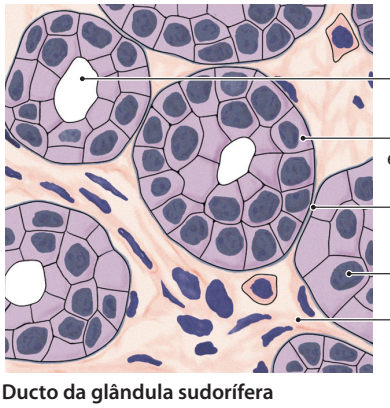




Túbulo renal seccionado

3 Os **epitélios estratificados cúbicos** são raros. São mais comuns ao longo dos ductos das glândulas sudoríferas, glândulas mamárias e outras glândulas exócrinas.





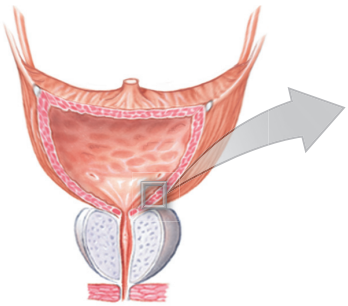
Ducto da glândula sudorífera

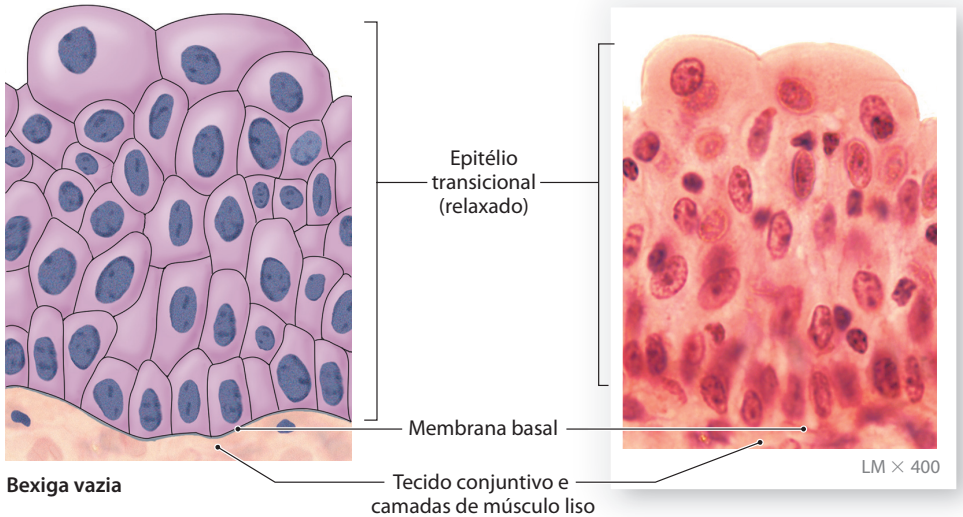
Epitélio transicional

4 O **epitélio transicional** é um epitélio estratificado incomum porque ele pode ser distendido sem ser danificado. É chamado de *transicional* porque a sua aparência muda quando é distendido. O epitélio transicional é encontrado somente no sistema urinário, onde reveste a bexiga, os ureteres e as câmaras coletoras de urina dentro dos rins.

Epitélio em uma bexiga vazia

Em uma bexiga urinária vazia, as células superficiais globosas são cúbicas com uma superfície em forma de cúpula.

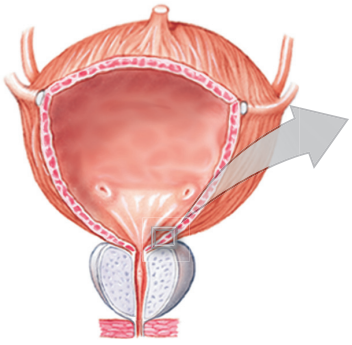


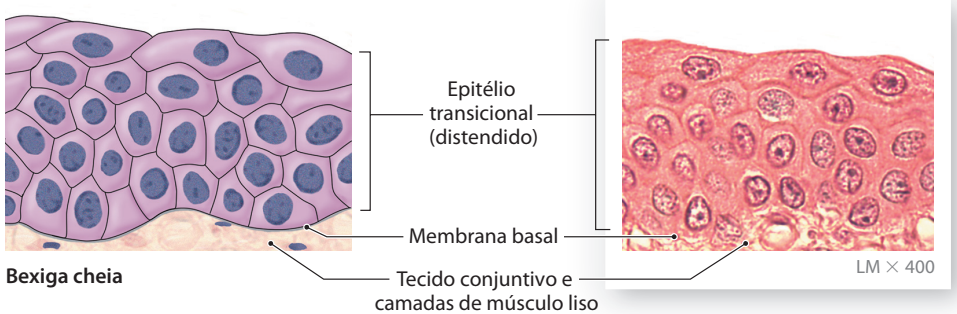


Bexiga vazia

Epitélio em uma bexiga cheia

Quando a bexiga está cheia, o volume de urina distende o revestimento a tal ponto que o epitélio parece achatado, mais como um epitélio pavimentoso estratificado.





Bexiga cheia

Revisão do Módulo 3.16

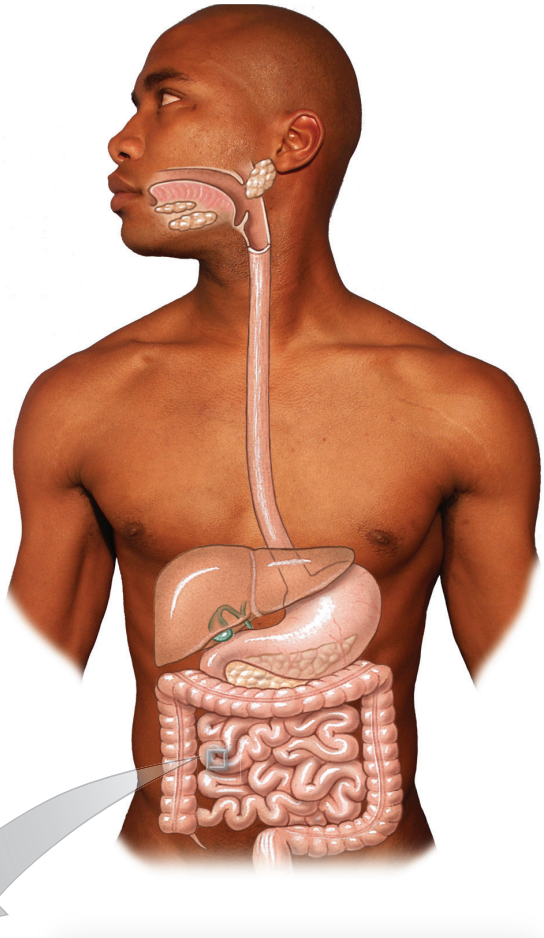
a. Identifique o epitélio que reveste a bexiga urinária e descreva como sua aparência muda à medida que ele se distende.

b. Descreva a aparência do epitélio cúbico simples, em corte longitudinal.

c. Com quais estruturas epiteliais estão associados os epitélios cúbicos estratificados?

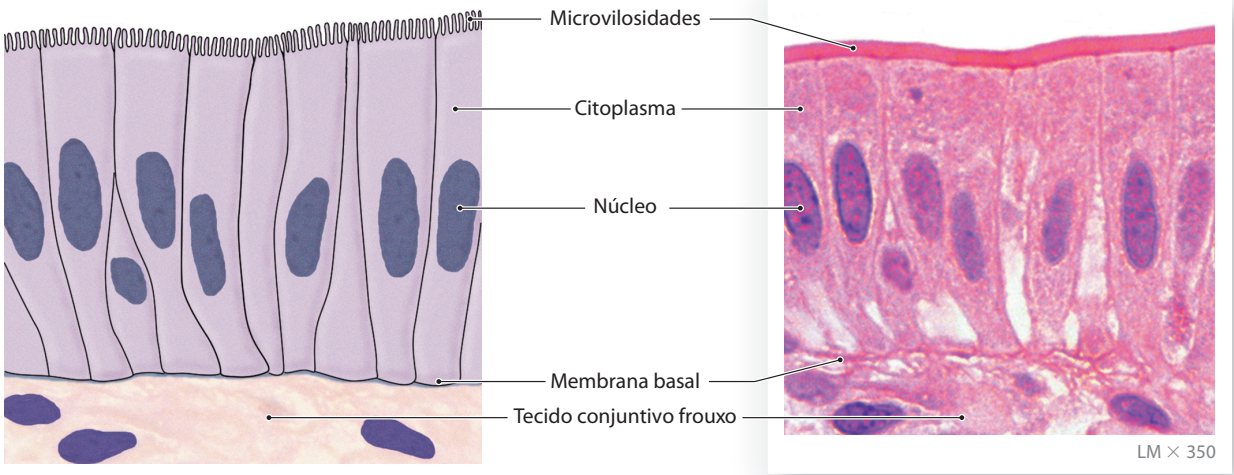
O epitélio colunar normalmente realiza absorção ou fornece proteção contra estresses ambientais ou químicos

Em uma vista seccional característica, as células do **epitélio colunar** parecem retangulares. Na realidade, as células densamente acondicionadas são hexagonais, mas elas são mais altas e mais finas do que as células em um epitélio cúbico. Os núcleos alongados localizam-se em uma faixa perto da membrana basal.



Epitélio colunar simples

1 O **epitélio colunar simples** reveste o estômago, o intestino, a vesícula biliar, as tubas uterinas e os túbulos renais. Essas células podem ter microvilosidades que aumentam a superfície de absorção, ou cílios que movem as substâncias através da superfície apical.

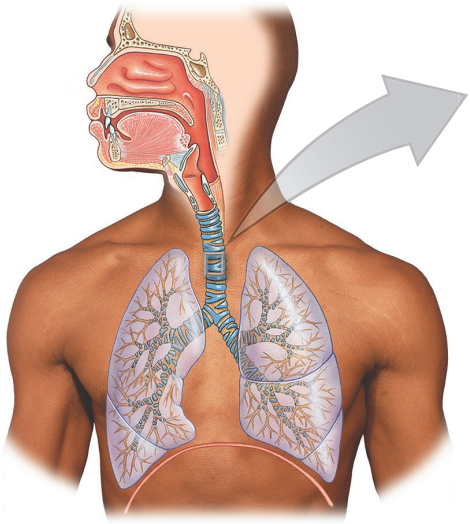


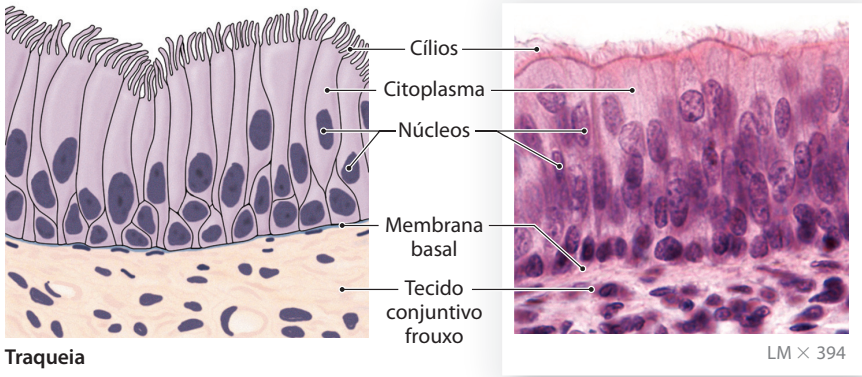
Revestimento intestinal

Epitélio pseudoestratificado colunar

Os epitélios pseudoestratificados revestem as cavidades nasais, a traqueia e as vias respiratórias maiores dos pulmões. Eles também são encontrados em algumas regiões do sistema genital masculino.

2 O **epitélio colunar pseudoestratificado** inclui vários tipos de células com diferentes formas e funções. As distâncias entre os núcleos das células e a superfície apical variam, de modo que o epitélio parece estar em camadas. Contudo, ele não é realmente estratificado, porque todas as células epiteliais tocam a membrana basal. As células dos epitélios colunares pseudoestratificados costumam ter cílios.

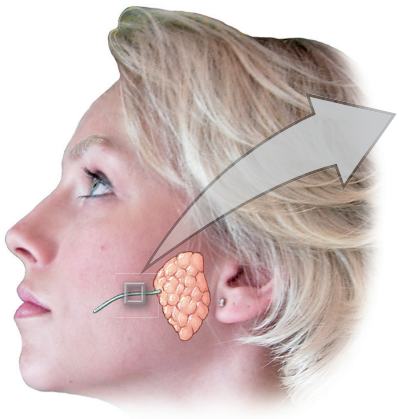


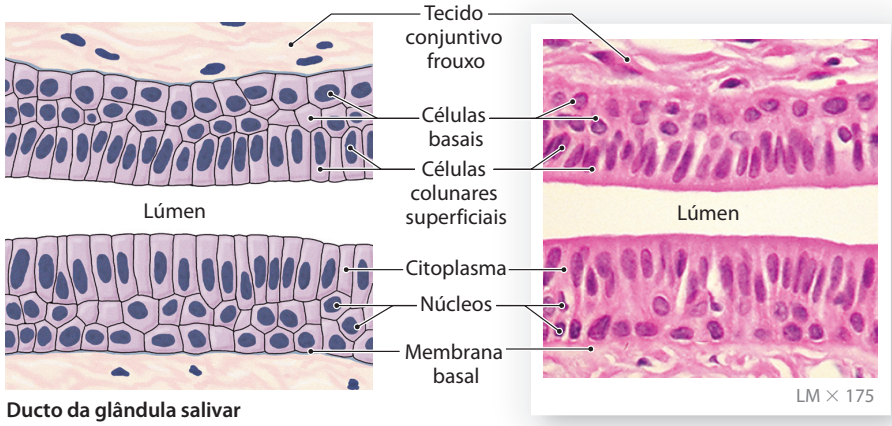


Traqueia

Epitélio estratificado colunar

3 Os **epitélios colunares estratificados** são raros. Podem ter duas ou várias camadas. Neste último caso, apenas as células superficiais são em forma colunar. Os epitélios colunares estratificados são encontrados mais frequentemente no revestimento de ductos de grande calibre, tais como os das glândulas salivares ou do pâncreas.





Ducto da glândula salivar

Revisão do Módulo 3.17

a. Descreva a aparência das células dos epitélios colunares simples em corte.

b. Um epitélio colunar pseudoestratificado não é verdadeiramente estratificado. Explique o porquê.

c. O epitélio colunar que reveste o intestino geralmente tem _____ na sua superfície apical.

Os epitélios glandulares são especializados em secreção

Muitos epitélios contêm células glandulares especializadas em secreção. Conjuntos de células epiteliais (ou estruturas derivadas de células epiteliais) que produzem secreções são chamados glândulas. Elas variam de células dispersas a órgãos glandulares complexos.

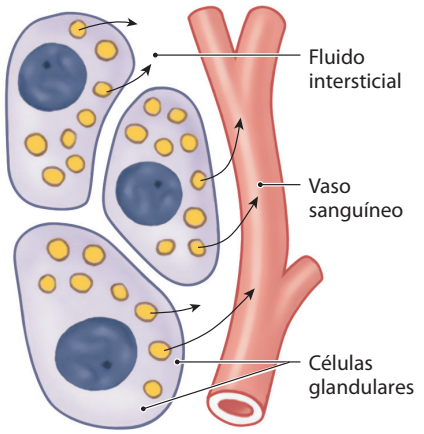
Tipos de glândulas

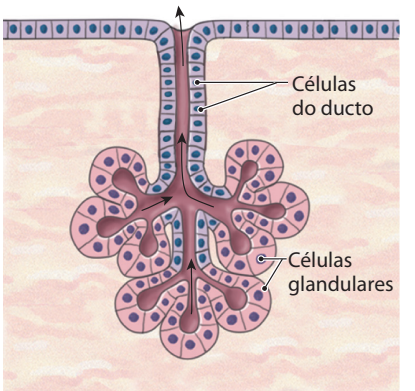
As **glândulas endócrinas** liberam suas secreções para o fluido intersticial e para o plasma (parte líquida do sangue). As **glândulas exócrinas** liberam suas secreções através de vias chamadas **ductos** que se abrem para uma superfície epitelial.

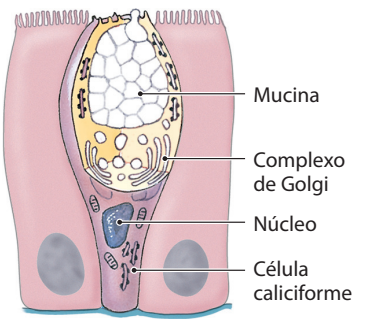
1 As glândulas endócrinas produzem *secreções endócrinas* (*endo,* dentro + *crina,* separar). Aqui demonstramos um modelo de sua estrutura básica. Vamos retomar as glândulas endócrinas em um capítulo mais adiante.

2 As glândulas exócrinas produzem *secreções exócrinas* (*exo-*, fora). A maior parte das secreções exócrinas chega à superfície por ductos tubulares que desembocam na pele ou na cavidade de um órgão.

3 As únicas glândulas exócrinas unicelulares (uma célula) no corpo são as **células caliciformes (mucosas)**, que liberam uma secreção chamada *mucina*. Essas células estão espalhadas entre outras células epiteliais, como no revestimento do intestino e da traqueia.







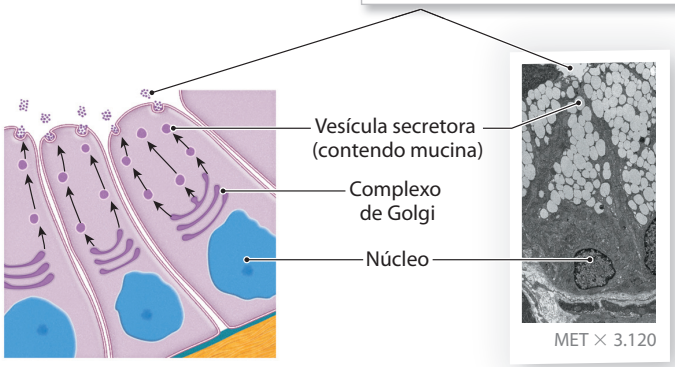
Classificação das glândulas exócrinas

4 Podemos classificar as glândulas exócrinas pelo tipo de secreção. As *glândulas serosas* secretam uma solução aquosa contendo enzimas. As *glândulas mucosas* secretam mucina, que cria um muco espesso e escorregadio. As *glândulas mistas* contêm células da glândula serosa e mucosa.

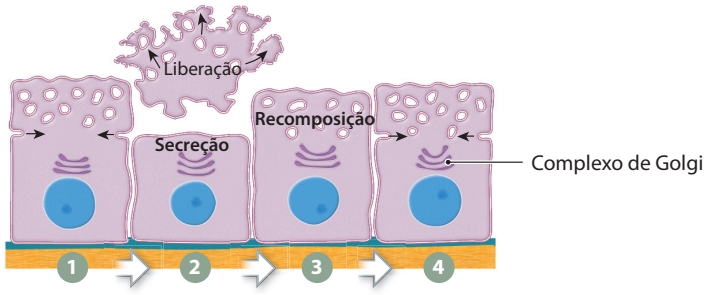
Tipo de secreção	Descrição	Exemplos
Serosa	Solução aquosa contendo enzimas	Secreções da glândula salivar parótida
Mucosa	Espessa, muco viscoso	Secreções da glândula salivar sublingual
Mista	Contém secreções celulares serosa e mucosa	Secreções da glândula salivar submandibular

5 Glândulas exócrinas também podem ser classificadas por seu mecanismo de secreção. Suas células epiteliais glandulares podem liberar suas secreções em uma das três maneiras.

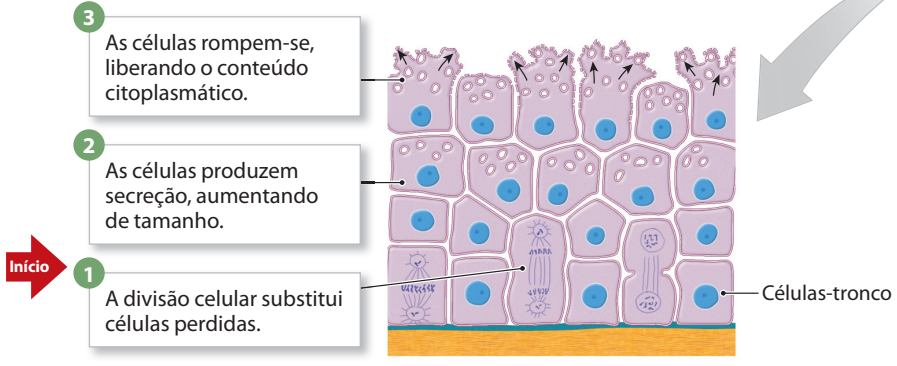
A mucina é uma secreção merócrina que se mistura com água para formar o muco. O **muco** é um lubrificante eficaz, uma barreira de proteção, e uma armadilha adesiva para partículas estranhas e microrganismos.



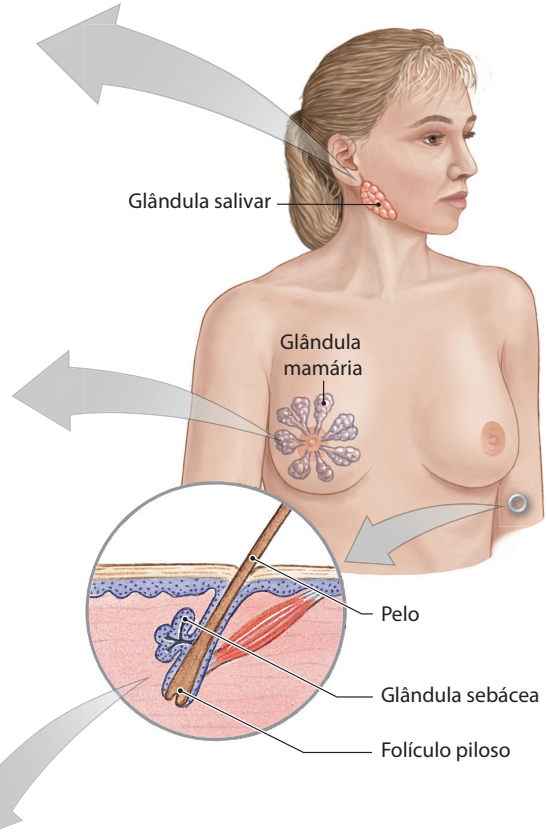
Na **secreção merócrina** (*meros,* parte), o produto é liberado das vesículas secretoras por exocitose. Esta é a forma mais comum de secreção. A saliva produzida pelas glândulas salivares é uma secreção merócrina.



A **secreção apócrina** (*apo-*, desligado) envolve a perda de citoplasma, bem como o produto de secreção. A porção apical do citoplasma é preenchida com vesículas secretoras e é, então, desprendida. A produção de leite nas glândulas mamárias envolve uma combinação de secreções merócrina e apócrina.



A **secreção holócrina** (*holos*, todo), em contraste, destrói a célula glandular. Durante a secreção holócrina, a célula inteira fica repleta com produtos de secreção e depois se rompe, liberando a secreção e com consequente morte celular. A continuidade da secreção dependerá da divisão das células-tronco para substituir as células glandulares destruídas.



Revisão do Módulo 3.18

a. Nomeie os dois tipos principais de glândulas.

b. Qual é o tipo de secreção que envolve a perda do citoplasma com a liberação da secreção?

c. Descreva a secreção holócrina.

O tecido conjuntivo frouxo fornece apoio e suporte, enquanto o tecido conjuntivo denso proporciona força

Os tecidos conjuntivos frouxo e denso contêm fibras de proteínas extracelulares, uma substância fundamental viscosa, e dois tipos de células. As *células fixas* são estacionárias e estão envolvidas principalmente com a manutenção do local, recuperação e armazenamento de energia. As *células eventuais* estão envolvidas, sobretudo, com a defesa e a recuperação de tecidos danificados.

Tecidos conjuntivos frouxos

As formas mais comuns de tecido conjuntivo frouxo são o tecido areolar e o tecido adiposo.

1 **Tecido areolar** é o material geral de preenchimento no corpo. Todos os tipos de células mostrados aqui podem ser encontrados no tecido areolar.

Fibras

Fibras reticulares são fortes e formam uma rede anastomosada.

Fibras colágenas são espessas, lisas ou onduladas e, muitas vezes, formam feixes. São muito fortes e resistem ao alongamento.

Fibras elásticas são delgadas, não anastomosadas e muito distensíveis. Retornam ao seu comprimento original após alongamento ou distorção.

Células fixas

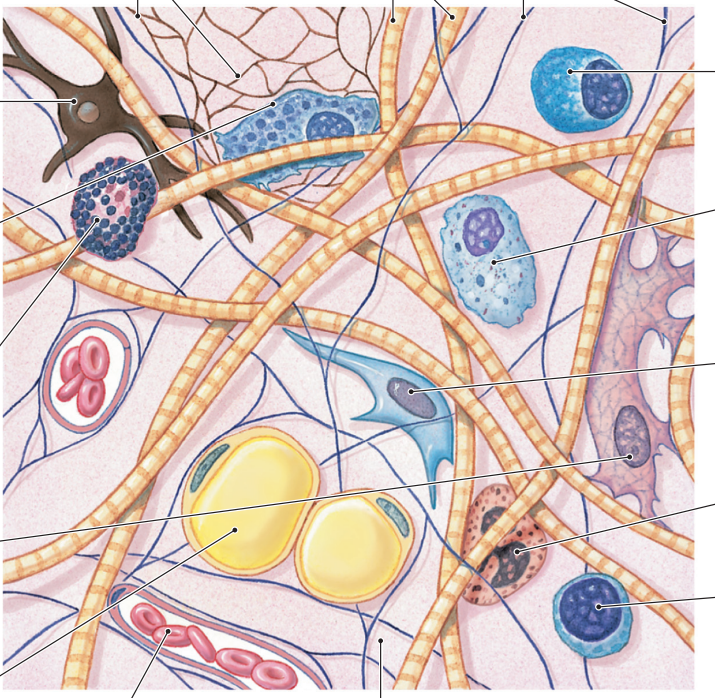
Melanócito é uma célula de pigmento que sintetiza a melanina, um pigmento amarelo acastanhado.

Macrófago fixo é uma célula fagocítica estacionária que engloba detritos celulares e os agentes patogênicos.

Mastócitos são células fixas que estimulam a inflamação local e mobilizam as defesas do tecido.

Fibroblastos são células fixas que sintetizam as fibras extracelulares do tecido conjuntivo.

Adipócitos (células de gordura) são células fixas que armazenam lipídios em grandes vesículas intracelulares.



Células eventuais

O **plasmócito** é uma célula imune móvel e ativa, que produz anticorpos.

Os **macrófagos livres** são células fagocíticas itinerantes, que patrulham o tecido, fagocitando detritos ou agentes patogênicos.

As **células-tronco** móveis reconstroem tecidos danificados.

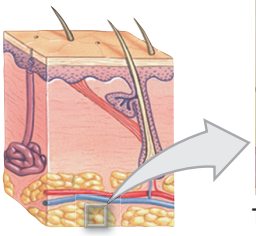
Células sanguíneas fagocíticas pequenas e móveis penetram nos tecidos durante infecção ou ferimento.

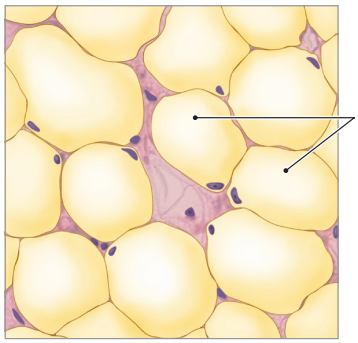
Os **linfócitos** são células móveis do sistema imunológico.

Glóbulos vermelhos no vaso sanguíneo

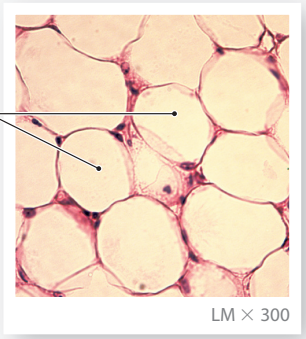
A **substância fundamental** preenche os espaços entre as células e circunda as fibras do tecido conjuntivo. É normalmente transparente e incolor, de consistência viscosa, como um coloide.

2 O **tecido adiposo**, ou gordura, é encontrado mais profundamente na pele, especialmente em flancos, nádegas e mamas. Também forma uma camada que proporciona apoio dentro da órbita dos olhos, na cavidade abdominopélvica e em torno dos rins. A diferença entre o tecido areolar e o tecido adiposo é um pouco arbitrária. Os adipócitos respondem pela maior parte do tecido adiposo e apenas por uma fração do volume de tecido areolar.





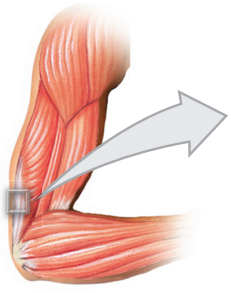
Tecido adiposo nas camadas mais profundas da pele

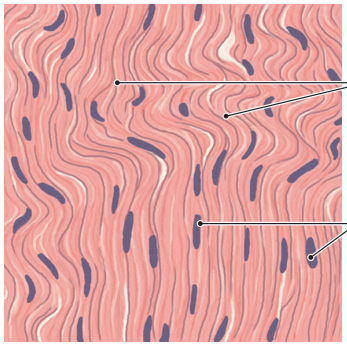


Tecidos conjuntivos densos

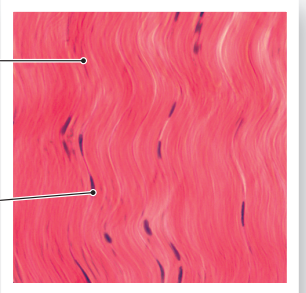
A maior parte do volume dos **tecidos conjuntivos densos** é ocupada pelas fibras extracelulares. O corpo tem três tipos de tecidos conjuntivos densos: tecido conjuntivo denso modelado, tecido conjuntivo denso não modelado e tecido elástico (não representado).

3 O **tecido conjuntivo denso modelado** é encontrado em cordões (tendões) ou em lâminas conectando os músculos esqueléticos ao osso e em cordões (ligamentos) que interconectam ossos ou estabilizam as posições dos órgãos internos. As forças aplicadas a esses cordões e lâminas vêm de uma direção consistente: paralela ao eixo longo das fibras de colágeno.

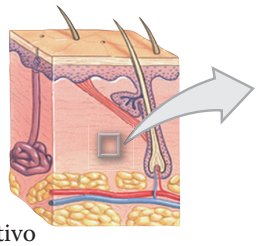


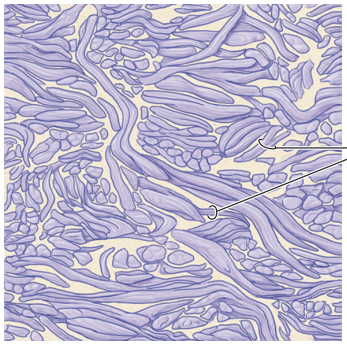


Tendão do músculo do tríceps

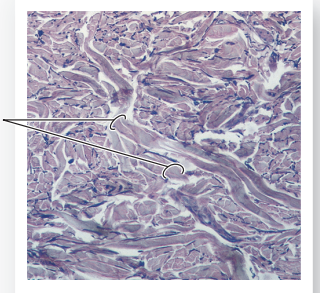


4 No **tecido conjuntivo denso não modelado**, as fibras formam uma malha entrelaçada de padrão não regular. Esses tecidos fortalecem e suportam áreas sujeitas a tensões provenientes de muitas direções. O tecido conjuntivo denso irregular forma (1) uma cobertura, ou cápsula, que reveste os órgãos viscerais; (2) uma camada superficial que cobre ossos, cartilagens e nervos periféricos; e (3) uma camada espessa de suporte na pele (derme).





Derme



Revisão do Módulo 3.19

a. Identifique os tipos de células encontradas no tecido areolar.

b. A falta de vitamina C na dieta interfere na capacidade de produção de colágeno dos fibroblastos. Como isso pode afetar a função do tecido conjuntivo?

c. Identifique e descreva os três tipos de fibras de proteína no tecido conjuntivo.

As membranas são barreiras físicas

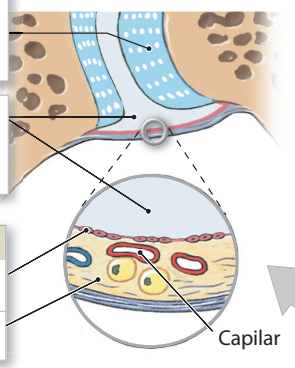
Membrana é uma barreira física. Há muitos tipos diferentes de membranas anatômicas – neste capítulo você conheceu as membranas plasmáticas, e conhecerá outras membranas em capítulos posteriores. Aqui consideramos as membranas que consistem em um epitélio suportado pelo tecido conjuntivo frouxo ou denso.

Membrana sinovial

A **membrana sinovial** reveste as cavidades articulares móveis, mas não cobre as superfícies articulares opostas. Embora o revestimento da membrana sinovial seja muitas vezes chamado de epitélio, ele difere dos epitélios verdadeiros, pois carece de uma membrana basal, e espaços de até 1 mm podem separar as células adjacentes. O fluido sinovial lubrifica a cavidade articular e fornece oxigênio e nutrientes para as células da cartilagem.

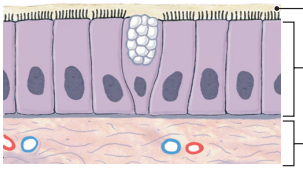
A cartilagem cobre a superfície óssea no interior da cavidade articular.

A membrana sinovial produz e regula o **fluido sinovial**, que preenche a cavidade articular.

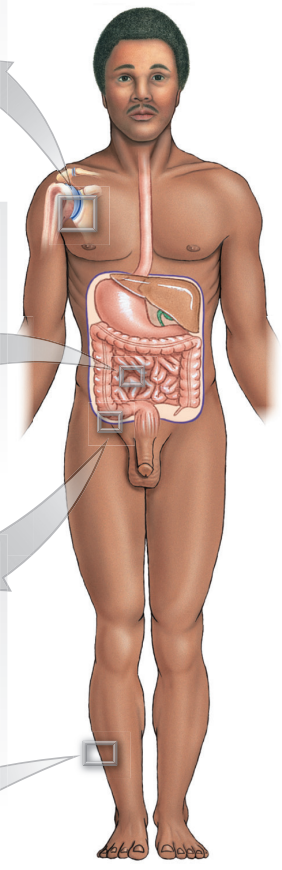


Membranas mucosas

As **membranas mucosas**, ou mucosas, recobrem canais e câmaras que se comunicam com o exterior, incluindo as do aparelho digestório, respiratório, genital e urinário. Essas superfícies epiteliais devem ser mantidas úmidas para reduzir o atrito e, em muitos casos, para facilitar a absorção ou secreção. As superfícies epiteliais são lubrificadas por secreções mucosas ou através da exposição a fluidos, tais como o sêmen ou urina.



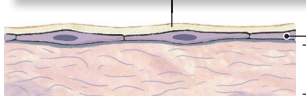
Lâmina própria é uma camada de tecido areolar que serve de apoio ao epitélio da mucosa.



Membranas serosas

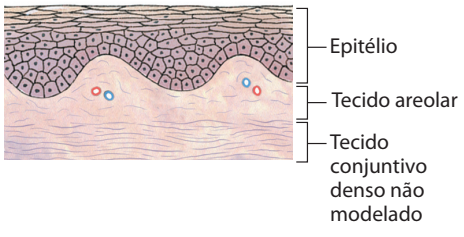
As **membranas serosas** são formadas por uma única camada de epitélio simples pavimentoso apoiada no tecido conjuntivo areolar. São extremamente delicadas e nunca estão diretamente ligadas com o exterior. Três serosas revestem as porções da cavidade corpórea ventral: (1) a **pleura**, que reveste as cavidades pleurais e cobre os pulmões, (2) o **peritônio**, que reveste a cavidade peritoneal e cobre as superfícies dos órgãos viscerais, e (3) o **pericárdio**, que reveste a cavidade pericárdica e recobre o coração.

Transudato é uma camada líquida que cobre as superfícies de uma membrana serosa e evita o atrito.



Membrana cutânea

A **membrana cutânea**, ou a pele, cobre a superfície do corpo. É constituída de um epitélio pavimentoso estratificado e uma camada de tecido areolar reforçada por um tecido conjuntivo denso não modelado subjacente. Em contraste com as membranas serosas e mucosas, a membrana cutânea é espessa, relativamente impermeável à água e normalmente seca.



Revisão do Módulo 3.20

a. Identifique os quatro tipos de membranas encontrados no corpo.

b. Quais cavidades no corpo são revestidas por membranas serosas?

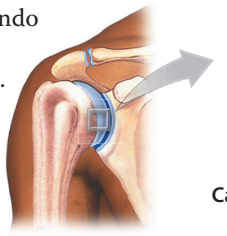
c. Qual é a função do fluido sinovial?

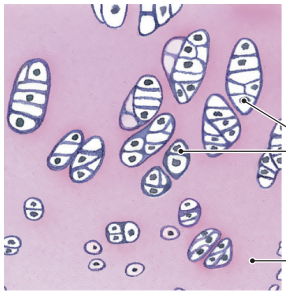
A cartilagem fornece uma estrutura de suporte flexível

A **cartilagem** é um tecido conjuntivo cuja matriz firme e flexível contém derivados de polissacarídeos chamados **sulfatos de condroitina** (*chondros,* cartilagem). Junto com as proteínas da substância fundamental, eles formam os proteoglicanos. As células da cartilagem, ou **condrócitos**, são as únicas células na matriz da cartilagem e ocupam pequenas câmaras denominadas **lacunas** (*lacus,* lago). As propriedades físicas da cartilagem dependem dos proteoglicanos na sua matriz e do tipo e da abundância das suas fibras extracelulares. Geralmente, uma membrana chamada **pericôndrio** delimita a cartilagem para além dos tecidos circundantes. Existem três tipos de cartilagem: hialina, elástica e fibrocartilagem.

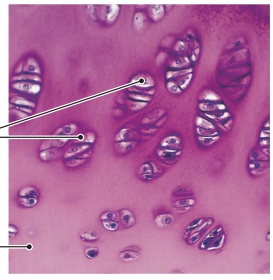
Cartilagem hialina

1 A **cartilagem hialina** é encontrada entre as extremidades das costelas e o esterno, cobrindo as superfícies ósseas das articulações móveis, apoiando as passagens respiratórias e formando parte do septo nasal. Fornece um suporte rígido, mas de certa forma flexível, e reduz o atrito entre as superfícies ósseas.





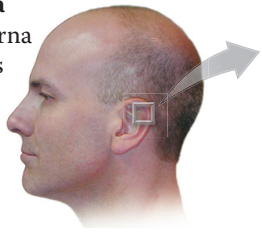
Cartilagem hialina da articulação do ombro

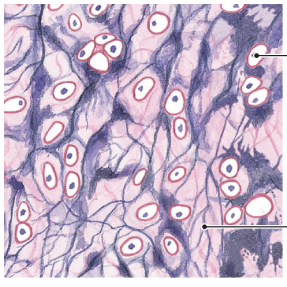


LM × 500

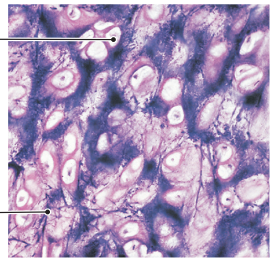
Cartilagem elástica

2 A **cartilagem elástica** sustenta a orelha externa e diversas outras estruturas internas menores. Tolera distorção sem sofrer danos, retornando à sua forma original.





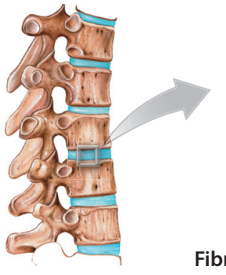
Cartilagem elástica da orelha externa

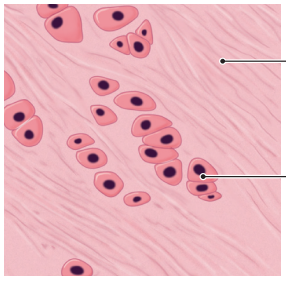


LM × 358

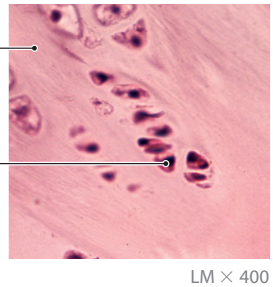
Fibrocartilagem

3 Peças de **fibrocartilagem** são encontradas dentro da articulação do joelho, entre os ossos púbicos da pelve e nos discos intervertebrais da coluna vertebral. Resistem à compressão, evitam o contato osso a osso e limitam relativamente os movimentos.





Fibrocartilagem do disco intervertebral



LM × 400

Revisão do Módulo 3.21

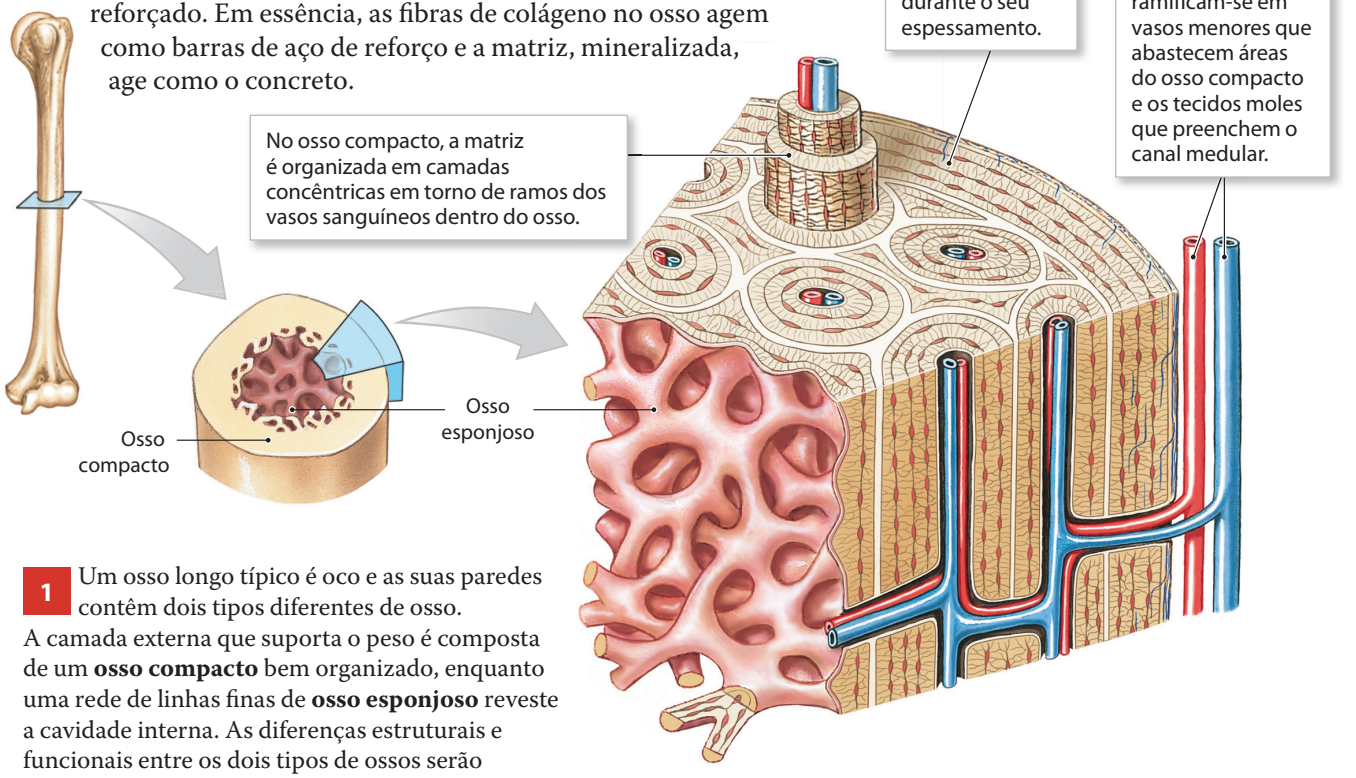
a. As células de cartilagem maduras são chamadas de _____.

b. Qual fibra do tecido conjuntivo é característica da cartilagem que sustenta a orelha externa?

c. Se uma pessoa tem um disco intervertebral saliente, que tipo de cartilagem foi danificada?

O osso proporciona uma estrutura forte para o corpo

O osso, ou o **tecido ósseo** (*os*, osso), é um tecido conjuntivo com uma matriz sólida e cristalina. Existe apenas um pequeno volume da substância fundamental em sua matriz. Aproximadamente dois terços da matriz do osso são compostos de uma mistura de sais de cálcio. As fibras de colágeno dominam o resto da matriz. Essa combinação dá ao osso propriedades verdadeiramente notáveis. Os sais de cálcio, por si, são rígidos, mas um tanto frágeis, enquanto as fibras de colágeno são fortes e flexíveis. No osso, os minerais em torno das fibras de colágeno produzem uma combinação forte, um pouco flexível, que é altamente resistente à ruptura. Considerando as propriedades gerais do osso, ele pode competir com o melhor concreto de aço reforçado. Em essência, as fibras de colágeno no osso agem como barras de aço de reforço e a matriz, mineralizada, age como o concreto.



1 Um osso longo típico é oco e as suas paredes contêm dois tipos diferentes de osso. A camada externa que suporta o peso é composta de um **osso compacto** bem organizado, enquanto uma rede de linhas finas de **osso esponjoso** reveste a cavidade interna. As diferenças estruturais e funcionais entre os dois tipos de ossos serão comentadas em um capítulo posterior.

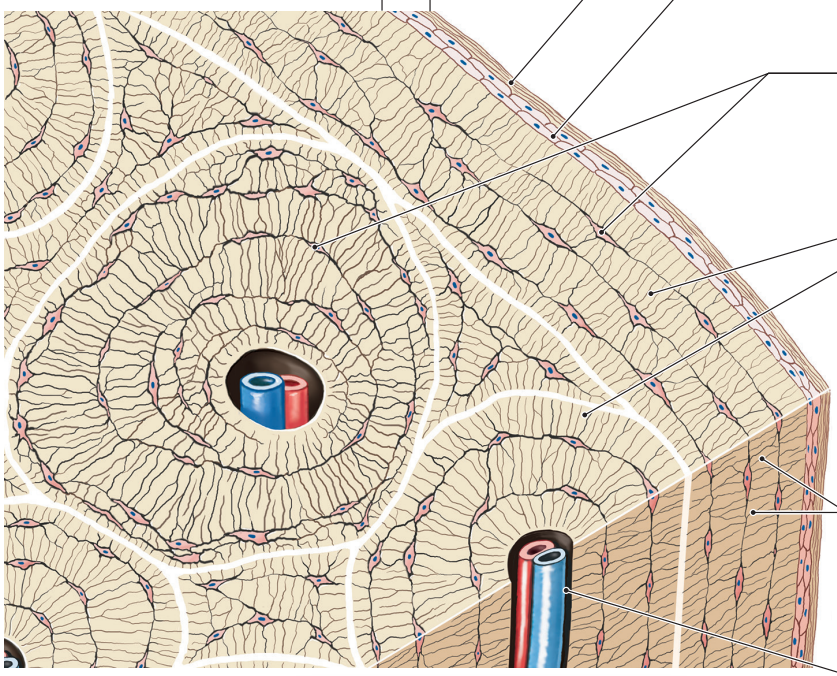
2 A cartilagem e o osso compartilham uma série de funções, mas esses dois tecidos conjuntivos de sustentação são organizados de formas muito diferentes.

Quadro comparativo cartilagem *versus* osso

Característica	Cartilagem	Osso
Células	Condrócitos em lacunas	Osteócitos em lacunas
Substância fundamental	Sulfato de condroitina (proteoglicanos) e água	Pequeno volume de líquido circundando cristais insolúveis de sais de cálcio
Fibras	Fibras colágenas, elásticas e reticulares (as proporções variam)	Fibras colágenas predominam
Vascularização	Nenhuma	Extensiva
Revestimento	Pericôndrio	Periósteo
Força	Limitada: curva facilmente, mas não quebra com facilidade	Forte: resiste à torção até o ponto de fratura

3 Embora as camadas de osso possam ser dispostas de várias maneiras, as camadas superficiais e mais profundas partilham características estruturais comuns.

Exceto nas cavidades articulares, onde são cobertas por uma camada de cartilagem hialina, as superfícies ósseas são revestidas por um **periósteo** composto de camadas fibrosas (externamente) e celulares (internamente).



Camadas do periósteo

A camada fibrosa ajuda a fixar um osso aos tecidos circundantes e aos tendões e ligamentos associados.

A camada celular desempenha funções no crescimento ósseo e participa de regenerações após uma lesão.

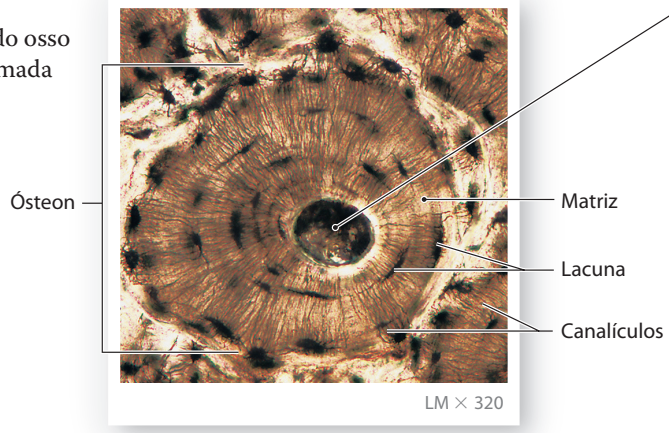
As lacunas da matriz contêm **osteócitos** ou células ósseas. As lacunas são normalmente organizadas em torno de vasos sanguíneos que se ramificam pela matriz óssea.

As lamelas de matriz separam as lacunas. Essas lamelas são orientadas ao longo do eixo principal do osso.

Os **canalículos** (canais pequenos) são passagens finas, formando uma rede anastomosada para a troca de materiais entre os vasos sanguíneos e os osteócitos. Isso é importante porque a difusão não pode ocorrer através da matriz calcificada do osso.

O **canal central**, no centro de um ósteon, contém os vasos sanguíneos que fornecem oxigênio e nutrientes aos osteócitos.

4 A unidade funcional do osso compacto é chamada de **ósteon**.



Ao contrário da cartilagem, o osso sofre remodelação extensiva ao longo de toda a vida e é possível a realização de restaurações completas após a ocorrência de danos graves. Os ossos também respondem às tensões aplicadas neles, crescendo mais espessos e fortes com atividade física, ou finos e frágeis se houver pouca atividade.

Revisão do Módulo 3.22

a. As células ósseas maduras das lacunas são chamadas de _____.

b. Nomeie os dois tipos de osso.

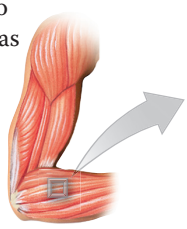
c. Como a realização de exercícios afeta o crescimento ósseo?

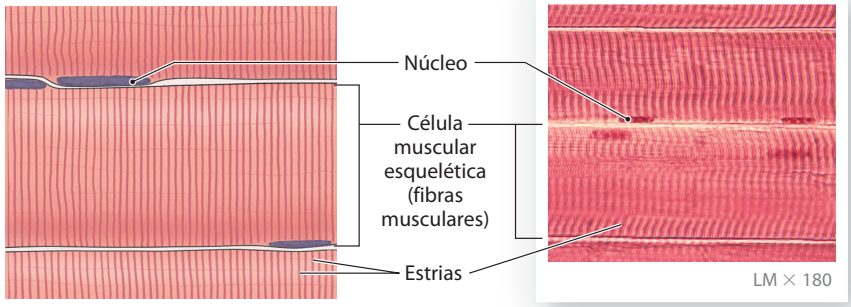
O tecido muscular é especializado em contração, enquanto o tecido nervoso é especializado na comunicação

Tecido muscular

Diversas funções vitais envolvem movimentos – movimento de substâncias ao longo do sistema digestório, movimento do sangue pelo sistema circulatório, ou movimento do corpo de um lugar para outro. Todos esses movimentos são produzidos pelo **tecido muscular**, especializado em realizar contrações. Existem três tipos de tecido muscular: músculo esquelético, músculo cardíaco e músculo liso.

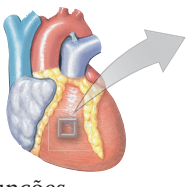
1 O **tecido muscular estriado esquelético** é encontrado nos músculos esqueléticos, que também contêm os tecidos conjuntivo e nervoso. Também conhecidas como fibras musculares, as células desse tecido são longas, cilíndricas, com faixas (**estriadas**) e multinucleadas.

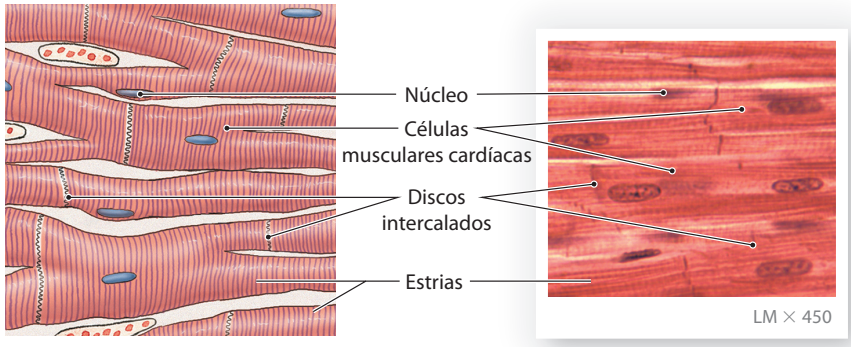




Os músculos esqueléticos movem ou estabilizam a posição do esqueleto; protegem as entradas e saídas dos sistemas digestório, respiratório e urinário; geram calor e protegem os órgãos internos.

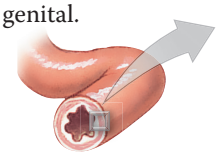
2 O **tecido muscular estriado cardíaco** é encontrado apenas no coração. As células são curtas, ramificadas e estriadas, normalmente com um ou dois núcleos. As células estão interligadas por junções intercelulares especializadas chamadas de **discos intercalados**, nos quais as membranas estão unidas por desmossomos, proteoglicanos e junções comunicantes. O movimento do íon através das junções comunicantes ajuda a sincronizar as contrações musculares cardíacas.

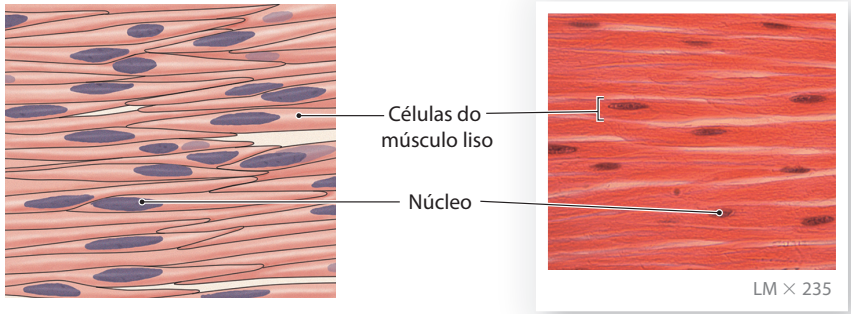




O músculo cardíaco movimenta o sangue pelo coração e mantém a pressão arterial.

3 O **tecido muscular liso** é encontrado em todo o corpo. É encontrado, por exemplo, na pele, nas paredes dos vasos sanguíneos e em muitos órgãos dos sistemas digestório, respiratório, urinário e genital. As células são curtas, fusiformes e não estriadas, com um único núcleo central.



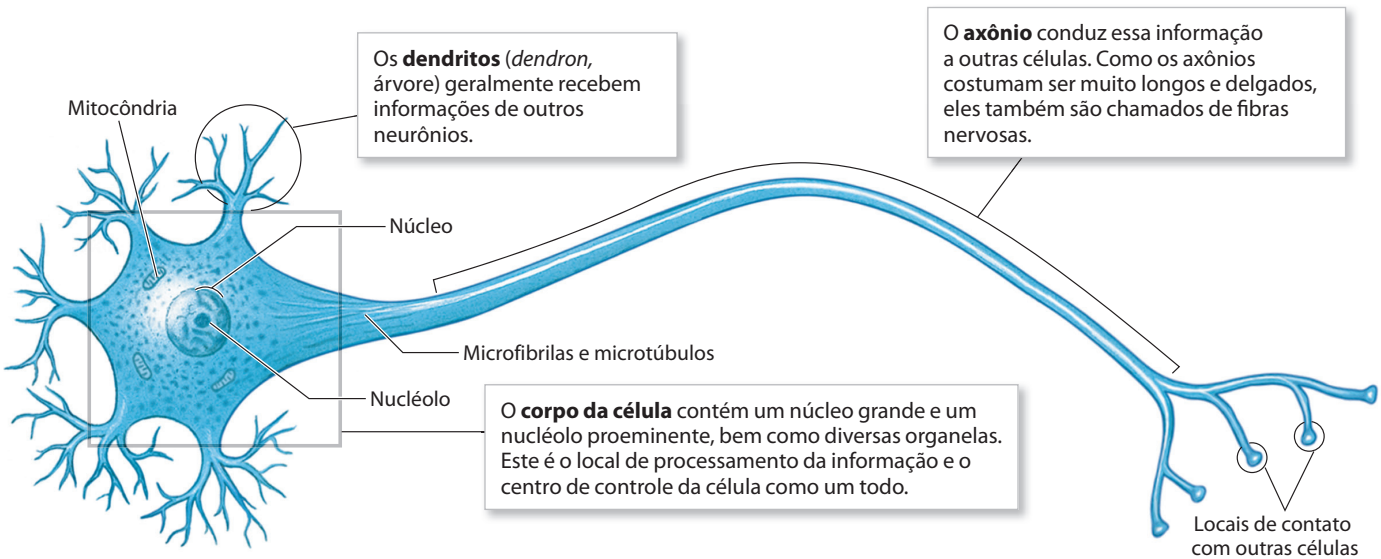


O músculo liso movimenta o alimento, a urina e as secreções do sistema genital; controla o diâmetro das vias respiratórias e regula o diâmetro dos vasos sanguíneos.

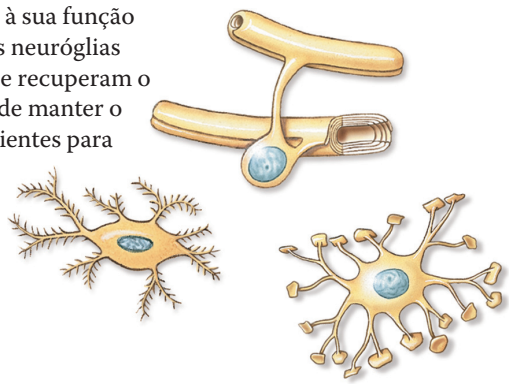
Tecido nervoso

O **tecido nervoso**, que também é conhecido como tecido neural, é especializado na condução dos impulsos elétricos de uma região a outra do corpo. Noventa e oito porcento do tecido nervoso no corpo estão concentrados no encéfalo e na medula espinal, que constituem os centros de controle do sistema nervoso. O tecido nervoso contém dois tipos básicos de células: (1) os **neurônios** (*neuro,* nervo) e (2) diversos tipos de células de apoio, chamados coletivamente de **neuróglia** ou **células da glia** (*glia,* cola).

4 Os neurônios transferem informações de um lugar para outro e realizam o processamento da informação como chips de computador. Seus tamanhos e formas variam muito. As células mais longas do corpo são neurônios encontrados nos membros inferiores (pernas) e podem chegar a um metro de comprimento.



5 Existem vários tipos diferentes de neuróglia, cada um com funções específicas. Cada tipo tem uma aparência distintiva relacionada à sua função principal. Em geral, as neuróglias protegem, sustentam e recuperam o tecido nervoso, além de manter o fornecimento de nutrientes para os neurônios.



Nossos processos de pensamento conscientes e inconscientes refletem a comunicação entre os neurônios no cérebro. Tal comunicação envolve a propagação de impulsos elétricos gerados no corpo da célula e viajam ao longo do axônio para chegar às outras células.

Revisão do Módulo 3.23

a. Identifique os três tipos de tecido muscular do corpo.

b. Que tipo de tecido muscular tem células pequenas e fusiformes com núcleo único e sem estrias óbvias?

c. Células de forma irregular, com muitas projeções fibrosas e alguns centímetros de comprimento, provavelmente são que tipo de célula?

A resposta à lesão de tecidos envolve inflamação e regeneração

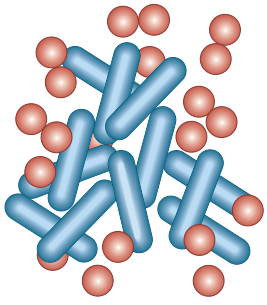
Os tecidos não estão isolados; eles se combinam para formar órgãos com funções diversas. Portanto, qualquer ferimento afeta vários tipos de tecidos simultaneamente. Esses tecidos devem responder de forma coordenada para preservar a homeostase. A restauração da homeostase após uma lesão envolve dois processos relacionados: a inflamação e a regeneração.

Lesão

Quando um tecido é lesionado, um mecanismo geral de defesa é ativado.

Exposição a patógenos e toxinas

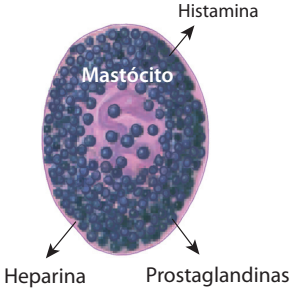
Um tecido lesionado contém uma concentração anormal de agentes patogênicos, toxinas, resíduos e produtos químicos de células lesadas.



Estimula

Ativação de mastócitos

Quando uma lesão provoca danos ao tecido conjuntivo, os mastócitos liberam uma variedade de substâncias químicas. Esse processo, chamado de ativação de mastócitos, estimula a inflamação.

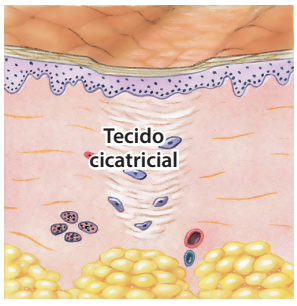


A regeneração inibe a ativação de mastócitos

Regeneração

A **regeneração** é o reparo que ocorre depois que o tecido danificado foi estabilizado e a inflamação diminuiu.

Quando as condições do tecido voltam ao normal, os fibroblastos movem-se para a área, estabelecendo uma rede de fibras de colágeno que estabiliza o local da lesão. Esse processo produz uma estrutura densa, colagenosa, conhecida como **tecido cicatricial**. Ao longo do tempo, o tecido cicatricial é normalmente "remodelado" e gradualmente assume uma aparência mais normal.



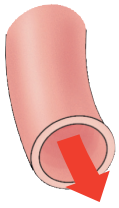
Condições de tecido normal restauradas

Inflamação

A **inflamação** produz várias indicações comuns a lesões, incluindo o inchaço, a vermelhidão, o calor e a dor. A inflamação pode também resultar da presença de agentes patogênicos no interior dos tecidos, tais como bactérias nocivas; a presença desses agentes patogênicos constitui uma **infecção**. Como todos os órgãos têm tecidos conjuntivos, a inflamação pode ocorrer em qualquer parte do corpo.

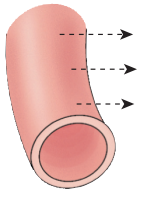
Aumento do fluxo sanguíneo

Em resposta às substâncias químicas liberadas, o tecido muscular liso, que envolve os vasos sanguíneos locais, relaxa e os vasos dilatam ou ampliam de diâmetro. Essa **dilatação** aumenta o fluxo sanguíneo através do tecido danificado.



Aumento da permeabilidade dos vasos

A dilatação é acompanhada por um aumento na permeabilidade das paredes capilares. O plasma, incluindo proteínas do sangue, difunde-se agora no tecido lesionado, de forma que a área torna-se inchada.



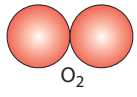
Dor

A combinação de condições anormais dentro do tecido e as substâncias químicas liberadas pelos mastócitos estimula as terminações nervosas, que produzem a sensação de dor.

Promove

Aumento da temperatura local
O aumento do fluxo de sangue e da permeabilidade faz com que o tecido torne-se quente e vermelho.

Aumento do oxigênio e nutrientes
A dilatação dos vasos e o aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade dos vasos elevam a disponibilidade de oxigenação e nutrientes.



Aumento da fagocitose
Os fagócitos no tecido são ativados e eles começam a englobar restos de tecido e patógenos. Fagócitos adicionais provenientes da corrente sanguínea migram para dentro do tecido, atraídos pelas condições anormais do local.

Eliminação de toxinas e resíduos
O aumento da circulação, que incrementou o volume do fluido intersticial, também leva embora as toxinas e resíduos, distribuindo-os nos rins para excreção, ou no fígado, para inativação.

Ao longo de um período de horas a dias, o processo de "limpeza" geralmente consegue eliminar os estímulos inflamatórios.

Cada órgão tem uma capacidade diferente de se regenerar após uma lesão – capacidade que pode estar diretamente ligada ao padrão de organização do tecido no órgão lesionado. O epitélio, os tecidos conjuntivos (exceto a cartilagem) e o tecido muscular liso geralmente se regeneram bem. Outros tecidos, como o muscular e o nervoso, regeneram-se mal, quando se regeneram, e os tecidos cicatriciais muitas vezes substituem as áreas lesionadas. A substituição permanente do tecido normal por tecido cicatricial é chamado de **fibrose**, que pode ocorrer no tecido muscular e em outros tecidos, em resposta a uma lesão, doença ou envelhecimento.

Revisão do Módulo 3.24

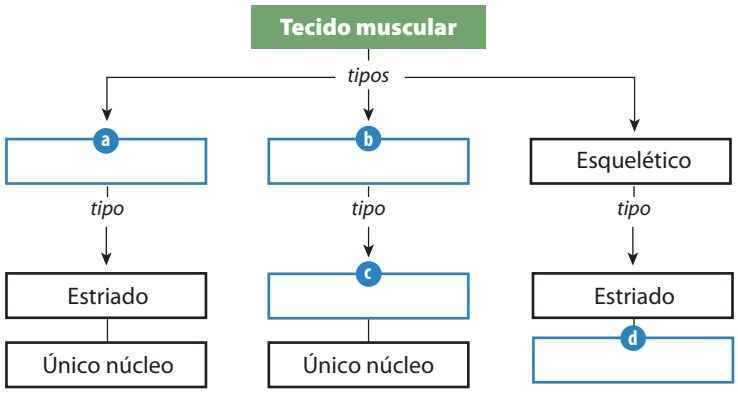
a. Identifique os dois processos que ocorrem em resposta a uma lesão tecidual.

b. Quais são as quatro indicações de inflamação que ocorrem como consequência de uma lesão?

c. Por que pode ocorrer inflamação em qualquer órgão do corpo?

1. Mapa conceitual

Preencha os campos em branco com os termos em negrito e conceitos introduzidos nesta seção, completando corretamente o mapa conceitual do tecido muscular.



2. Vocabulário

Escreva nas lacunas os termos em negrito introduzidos nesta seção, cujas partes das palavras estão indicadas:

Parte da palavra	Significado	Termos
peri-	ao redor de	a _____
os-	osso	b _____
condro-	cartilagem	c _____
lacus-	lago	d _____

Preencha as lacunas com o termo apropriado.

e _____ Tipo de cartilagem que tem uma matriz com pouca substância fundamental e grande quantidade de fibras colágenas.

f _____ Células que armazenam reservas lipídicas.

g _____ Membrana que reveste as cavidades articulares móveis.

h _____ Membrana que cobre a superfície do corpo.

i _____ Prolongamento único do corpo celular de um neurônio que carrega a informação para outras células.

j _____ Junção intercelular especializada entre as células do músculo cardíaco.

k _____ Células de suporte encontradas no tecido nervoso.

l _____ Tecido muscular que contém células grandes, multinucleadas e estriadas.

m _____ Tecido muscular que regula o diâmetro dos vasos sanguíneos e vias respiratórias.

n _____ Processo de reparação que ocorre depois que a inflamação diminuiu.

o _____ Primeiro processo da resposta tecidual a uma lesão.

3. Integração de seções

Durante o processo inflamatório, tanto o fluxo de sangue como a permeabilidade dos vasos aumentam no local da lesão. Descreva como essas respostas auxiliam no processo de "limpeza" e eliminam os estímulos inflamatórios na área lesada.

_____

_____

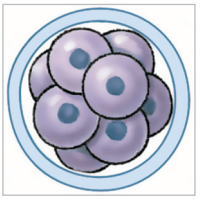
_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

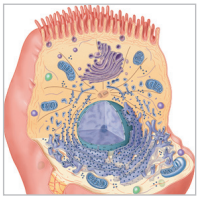
Introdução às células



- ○ teoria celular
- • diferenciação

3.1

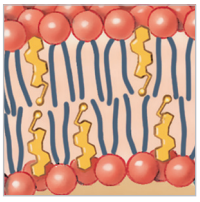
As células são as menores unidades vivas



- • fluido extracelular
- • fluido intersticial
- • membrana plasmática
- • citoplasma
- • citosol
- • organelas
- • organelas membranosas
- • organelas não membranosas
- • peroxissomo
- • lisossomo
- • microvilosidades
- • complexo de Golgi
- • núcleo
- • envelope nuclear
- • retículo endoplasmático (RE)
- • RE liso
- • RE rugoso
- • ribossomos
- • citoesqueleto
- • mitocôndria

3.2

A membrana plasmática isola a célula do seu ambiente e executa várias funções; o citoesqueleto tem funções estruturais e funcionais



- • membrana plasmática
- • glicocálix
- • proteínas integrais
- • bicamada fosfolipídica
- • microfilamentos
- • filamentos intermediários
- • microtúbulos
- • filamentos espessos
- • centríolos (organelas)
- • cílios

3.3

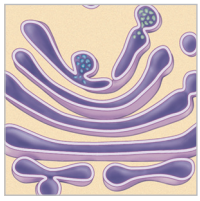
A síntese de proteínas no retículo endoplasmático e em ribossomos livres depende principalmente da energia fornecida pela atividade mitocondrial

- • retículo endoplasmático (RE)
- • cisternas
- • retículo endoplasmático rugoso (RER)
- • retículo endoplasmático liso (REL)
- • ribossomos
- • ribossomos fixos
- • ribossomos livres
- • mitocôndrias
- • matriz
- • cristas
- • metabolismo aeróbio

• = *Termos em negrito neste módulo.*

3.4

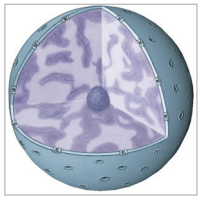
O complexo de Golgi é um centro de armazenamento



- • complexo de Golgi
- • cisternas
- • vesículas de renovação da membrana
- • vesículas de renovação da membrana
- • vesículas secretoras
- • lisossomos
- • vesículas de transporte
- • autólise
- ○ fluxo de membrana

3.5

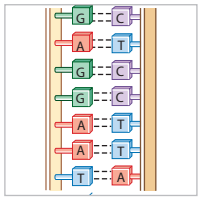
O núcleo contém DNA, RNA, proteínas organizadoras e enzimas



- • núcleo
- • envelope nuclear
- • poros nucleares
- • nucleoplasma
- • nucléolo
- • cromatina
- • cromossomos
- • centrômero

3.6

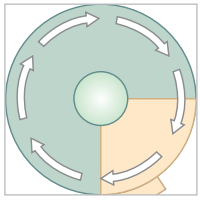
A síntese da proteína envolve DNA, enzimas e três tipos de RNA



- • código genético
- • gene
- • trinca
- • RNA mensageiro (RNAm)
- • códon
- • transcrição
- • tradução
- • RNA ribossômico (RNAr)
- • RNA de transferência (RNAt)
- • anticódon

3.7

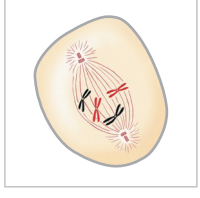
Cada célula tem um ciclo de vida que normalmente envolve períodos de crescimento e de divisão celular



- • divisão celular
- • apoptose
- • mitose
- • meiose
- • células-filhas
- • interfase
- • citocinese
- • replicação do DNA
- • DNA polimerase

3.8

A mitose distribui cromossomos antes de a citocinese separar as células-filhas

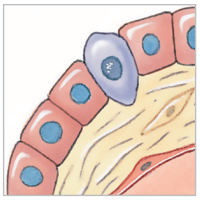


- • mitose
- • citocinese
- • fibras do fuso
- • prófase
- • cromátide
- • sulco de clivagem
- • metáfase
- • placa metafásica
- • anáfase
- • telófase

3.9

Os tumores e cânceres são caracterizados por crescimento e divisão anormal das células

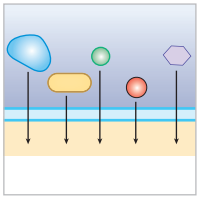
- ○ câncer
- ○ mutações
- • tumor
- • tumor benigno
- • invasão
- • tumor maligno
- • metástase



SEÇÃO 2

Como as substâncias entram e saem da célula

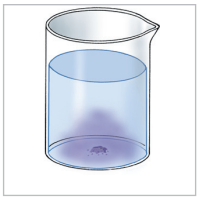
- • permeabilidade
- • membranas livremente permeáveis
- • membranas seletivamente permeáveis
- • membranas impermeáveis
- • difusão
- • transporte mediado por carreador
- • transporte vesicular



3.10

A difusão é o movimento impulsionado por diferenças de concentração

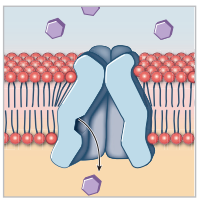
- • difusão
- • gradiente
- • osmose



3.11

Os processos ativos e passivos movem materiais para dentro e para fora das células

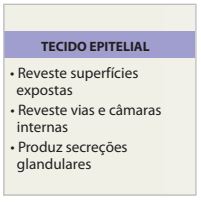
- ○ difusão
- ○ osmose
- ○ difusão facilitada
- • transporte ativo
- • bomba de troca sódio-potássio
- • pinocitose
- ○ endocitose de fase líquida
- • endocitose mediada por receptor
- • fagocitose
- • pseudópodes
- • fagócitos (macrófagos)
- • exocitose



SEÇÃO 3

Tecidos

- • tecidos
- ○ tecido epitelial
- ○ tecido conjuntivo
- ○ tecido muscular
- ○ tecido nervoso

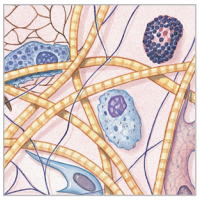


• = *Termos em negrito neste módulo.*

3.12

Os tecidos são grupos especializados de células e seus produtos

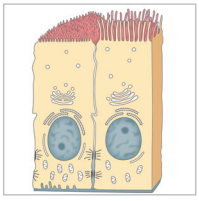
- • histologia
- • tipos de tecidos primários
- • tecido epitelial
- • tecido conjuntivo
- • matriz
- • substância fundamental
- • tecido muscular
- • tecido muscular estriado esquelético
- • tecido muscular estriado cardíaco
- • tecido muscular liso
- • tecido nervoso
- • neurônios
- • neuróglia
- • sistema nervoso central
- • sistema nervoso periférico



3.13

O tecido epitelial cobre superfícies, reveste estruturas e forma glândulas secretoras

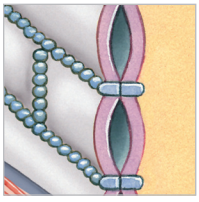
- • epitélio
- • glândulas
- • glândulas exócrinas
- • glândulas endócrinas
- • superfície apical
- • superfície basal
- • lúmen
- • pavimentosa
- • cúbica
- • colunar
- • epitélio simples
- • epitélio estratificado



3.14

As células epiteliais estão consideravelmente interligadas, tanto estrutural como funcionalmente

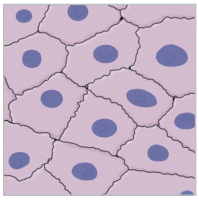
- • junções de oclusão
- • junções comunicantes ou em gap
- • desmossomos
- • membrana basal
- • conexons
- • moléculas de adesão celular (CAMs)
- • proteoglicanos
- • avasculares



3.15

As células de um epitélio pavimentoso são achatadas e têm forma irregular

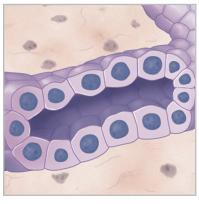
- • epitélio pavimentoso ou escamoso
- • epitélio pavimentoso simples
- • epitélio pavimentoso estratificado
- • queratinizado
- • não queratinizado



3.16

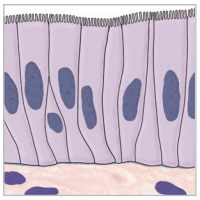
Os epitélios cúbico e transicional são encontrados ao longo de vários ductos e câmaras conectadas com o exterior

- • epitélio cúbico
- • epitélio simples cúbico
- • epitélios estratificados cúbicos
- • epitélio transicional



3.17

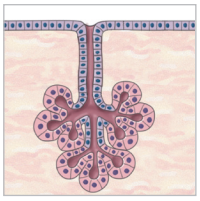
O epitélio colunar normalmente realiza absorção ou fornece proteção contra estresses ambientais ou químicos



- epitélio colunar
- epitélio colunar simples
- epitélio pseudoestratificado colunar
- epitélio colunar estratificado

3.18

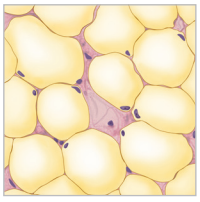
Os epitélios glandulares são especializados em secreção



- glândulas endócrinas
- glândulas exócrinas
- ductos
- células caliciformes (mucosas)
- glândulas serosas
- glândulas mucosas
- glândulas mistas
- muco
- secreção merócrina
- secreção apócrina
- secreção holócrina

3.19

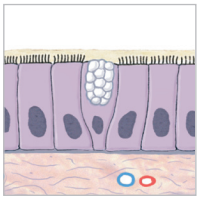
O tecido conjuntivo frouxo fornece apoio e suporte, enquanto o tecido conjuntivo denso proporciona força



- tecidos conjuntivos frouxos
- tecido areolar
- fibras reticulares
- fibras colágenas
- fibras elásticas
- melanócito
- macrófago fixo
- mastócitos
- fibroblastos
- adipócitos
- plasmócito
- macrófagos livres
- células-tronco
- linfócitos
- substância fundamental
- tecido adiposo
- tecidos conjuntivos densos
- tecido conjuntivo denso modelado
- tecido conjuntivo denso não modelado

3.20

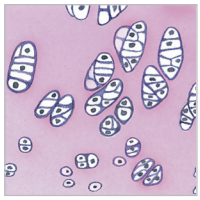
As membranas são barreiras físicas



- membrana sinovial
- fluido sinovial
- membranas mucosas
- lâmina própria
- membranas serosas
- pleura
- peritônio
- pericárdio
- transudato
- membrana cutânea

3.21

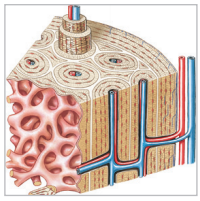
A cartilagem fornece uma estrutura de suporte flexível



- cartilagem
- sulfatos de condroitina
- condrócitos
- lacunas
- pericôndrio
- cartilagem hialina
- cartilagem elástica
- fibrocartilagem

3.22

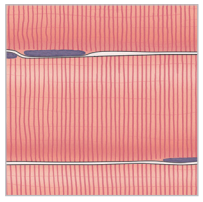
O osso proporciona uma estrutura forte para o corpo



- tecido ósseo
- osso compacto
- osso esponjoso
- periósteo
- osteócitos
- canalículos
- canal central
- ósteon

3.23

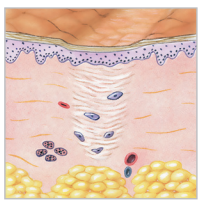
O tecido muscular é especializado em contração, enquanto o tecido nervoso é especializado na comunicação



- tecido muscular
- tecido muscular estriado esquelético
- estriadas
- tecido muscular estriado cardíaco
- discos intercalados
- tecido muscular liso
- tecido nervoso
- neurônios
- neuróglia (células da glia)
- dendritos
- axônio
- corpo da célula

3.24

A resposta à lesão de tecidos envolve inflamação e regeneração



- ativação de mastócitos
- inflamação
- infecção
- dilatação
- regeneração
- tecido cicatricial
- fibrose

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Biomédico

A PROFISSÃO

Em linhas gerais, o biomédico é o profissional que estuda a dinâmica das doenças, analisando suas causas e efeitos no organismo, abrindo caminho para que se estabeleça sua profilaxia. Evidentemente, para traçar tais relações é preciso ter um amplo conhecimento da fisiologia e da anatomia humanas, saber esse que permite identificar as alterações causadas pelas doenças.

Seu trabalho baseia-se na prática de exames laboratoriais e em interpretações de resultados de análises tanto de material humano quanto de alimentos e produtos químicos. O trabalho é feito sempre em parceria com o de outros profissionais de áreas correlatas, como biólogos, farmacêuticos e médicos.

Saiba mais

Conselho Federal de Biomedicina – www.cfbiomedicina.org.br

Associação Brasileira de Biomedicina – www.abbm.org.br

Conselho Regional de Biomedicina – 1ª Região – www.crbm1.gov.br

Essa carreira é ideal para você? O biomédico tem de ser paciente e metódico. Seu trabalho pode exigir exaustivas etapas de testes e análises até que se chegue a uma conclusão. Você também precisa gostar muito de estudar, já que, desde a graduação, há uma grande carga de pesquisa: além das aulas práticas, é necessária muita leitura e participações em eventos acadêmicos.

Formação A duração média do curso é de quatro anos. Em certas universidades, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a graduação é oferecida como uma das habilitações do curso de Ciências Biológicas.

Faz sentido, porque os cursos compartilham várias disciplinas entre si, como Biologia Molecular, Bioquímica, Anatomia e Fisiologia Gerais, Citologia, Genética, Embriologia e Parasitologia. Também são estudados tópicos de Farmacologia e Química, a exemplo da Bromatologia (estudo das propriedades químicas dos alimentos), Química Orgânica e Geral, Toxicologia, entre outras. Além dessas disciplinas, contemplam-se assuntos especialmente importantes, como a biossegurança, espécie de "manual de conduta" de qualquer profissão dessa área.

Temas das ciências exatas – como cálculo diferencial e integral, bioestatística e bioinformática – serão importantes para seu trabalho, por isso ocupam boa parte do currículo.

Desde o início do curso, há um grande incentivo para a pesquisa, por meio de programas de iniciação científica e produção de *papers*. É comum que os trabalhos de conclusão de curso exijam uma carga de estágio em pesquisa – além do estágio prático em algum estabelecimento da área.

Remuneração média O valor do piso salarial é negociado pelos sindicatos regionais e pode variar conforme o tamanho do estabelecimento. Na cidade de São Paulo, nos estabelecimentos com menos de 50 funcionários, o valor vigente em 2014 era de R$ 1.840,00. Empresas maiores devem pagar no mínimo R$ 2.000,00. Um cargo gerencial em um laboratório pode passar dos R$ 10.000,00 mensais. Para exercer a profissão, é obrigatório ter registro no Conselho Regional de seu estado e especialização na área desejada (análise clínica, por exemplo).

Perspectivas profissionais Os estabelecimentos que mais empregam biomédicos são os laboratórios de análises clínicas, onde é possível exercer as mais variadas funções, desde a coleta e a análise de material biológico até a realização de exames de diagnóstico por imagem. Ainda assim, a maioria dos exames precisa ter o laudo endossado por um médico. O biomédico especializado em análises clínicas também é apto a executá-las em animais, em conjunto com o médico veterinário, como autoriza o Conselho Federal.

Desde que tenha a habilitação específica, você poderá ministrar procedimentos estéticos em pacientes, como laserterapia e *peeling*. A acupuntura também faz parte de seu campo profissional. No setor público, além de atuar na rede hospitalar, é possível tornar-se perito criminal ou técnico da Vigilância Sanitária. Fique atento a editais de concursos.

Pode-se trabalhar na indústria química e biológica, participando da elaboração de soros, vacinas e reagentes. Em outras empresas, você poderá ser útil no setor de controle de qualidade de cosméticos e alimentos, por exemplo.

Uma das áreas mais promissoras é a pesquisa genética, que vem passando por um grande progresso nos últimos anos, em especial no estudo das células-tronco e na produção de alimentos geneticamente modificados.

Fontes consultadas

Conselho Regional de Biomedicina – 1ª Região. Site: <www.crbm1.gov.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

Grade curricular do curso de Biomedicina da UFRGS. Disponível em: <www.ufrgs.br/biomedicina/biomedicina-2/curriculo/grade-curricular-1/view>. Acesso em: 23 jan. 2014.

Guia do estudante. São Paulo, Abril, 2013.

Sindicato dos Biomédicos de São Paulo. Site: <www.sinbiesp-biomedicina.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 3 – Questões de revisão

1. As soluções A e B são separadas por uma barreira permeável seletiva. Ao longo do tempo, o nível de fluido no lado A aumenta. Qual solução tinha inicialmente a maior concentração de soluto?
2. Qual é a vantagem de ter algumas das organelas celulares delimitadas por uma membrana?
3. Uma característica estrutural significativa no sistema digestório é a presença de junções apertadas perto das superfícies expostas das células que revestem o sistema digestório. Por que essas junções são tão importantes?
4. Supondo que você tenha os materiais necessários para realizar uma análise química detalhada das secreções corporais, como você pode determinar se uma secreção é merócrina ou apócrina?
5. Durante a prática de laboratório, um estudante analisa um tecido composto de fibras de proteínas comprimidas de forma compacta que correm paralelamente e formam um cordão. Não há estrias, mas pequenos núcleos são visíveis. O estudante identifica o tecido como o músculo esquelético. Por que a escolha do aluno está errada e qual tecido ele provavelmente está observando?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

4

Sistema tegumentar

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia funcional da pele

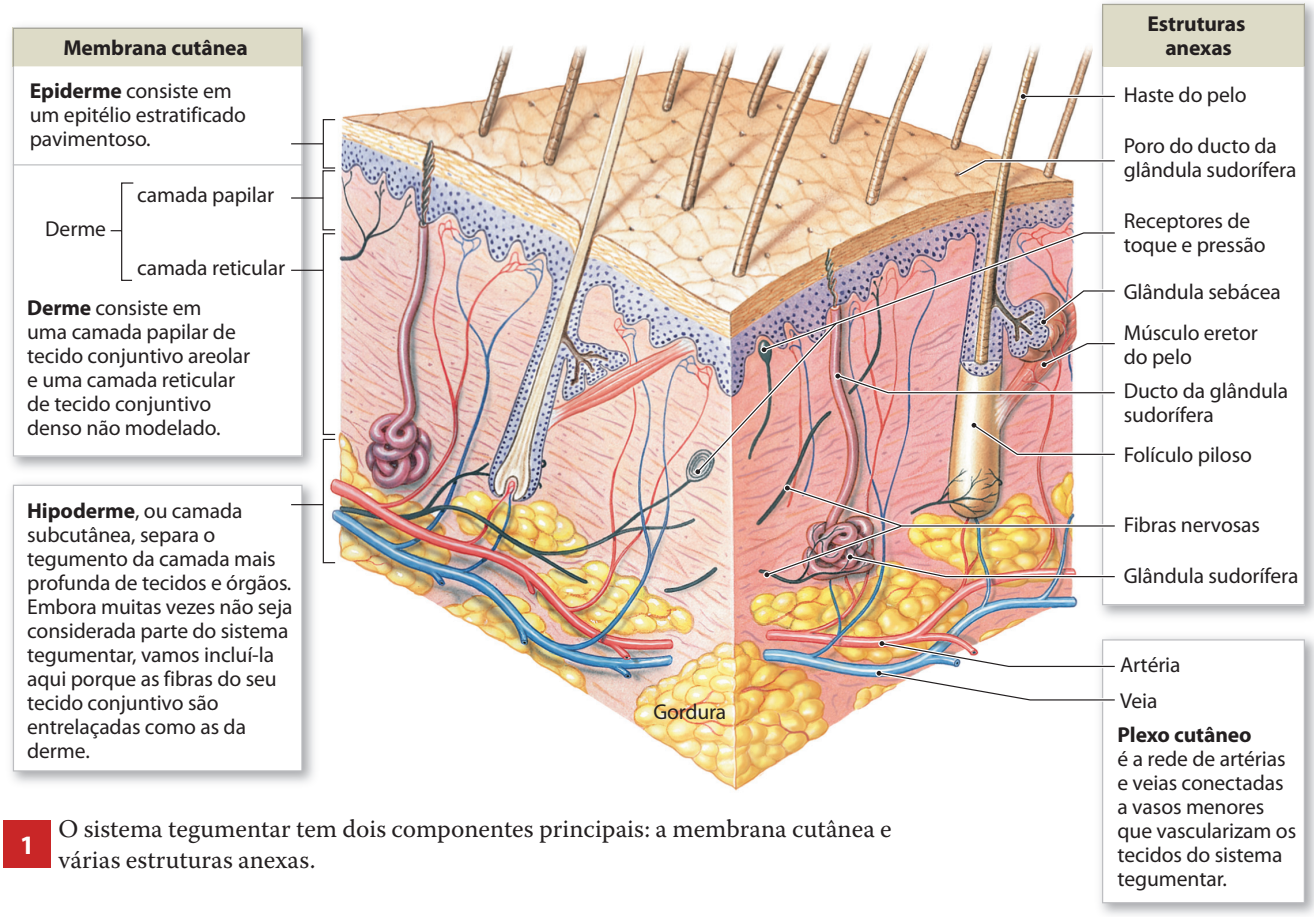
4.1 Descrever as principais características estruturais da epiderme e explicar o significado funcional de cada uma.
4.2 Explicar o que determina as diferenças individuais na cor da pele e comparar os vários tipos de câncer de pele.
4.3 Descrever a estrutura e as funções da derme e da hipoderme.
4.4 Descrever a interação entre a luz solar e o funcionamento endócrino, já que eles se relacionam com a pele.

SEÇÃO 2 • Órgãos anexos da pele

4.5 Explicar os mecanismos da produção dos pelos e a base estrutural de sua textura e cor.
4.6 Descrever os vários tipos de glândulas exócrinas na pele e discutir as secreções de cada uma.
4.7 Explicar a anatomia da unha.
4.8 **MÓDULO CLÍNICO** Resumir os efeitos do envelhecimento na pele.
4.9 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar como a pele responde a lesões e quais são os passos de sua regeneração.

Anatomia funcional da pele

O **sistema tegumentar**, ou simplesmente o **tegumento**, tem dois componentes principais: a membrana cutânea e as estruturas anexas. A **membrana cutânea**, ou pele, é um órgão composto pelo epitélio superficial, ou epiderme (*epi-*, supra), e do tecido conjuntivo subjacente, a derme.
As **estruturas anexas** incluem o pelo, as unhas e uma variedade de glândulas exócrinas. O sistema tegumentar é onde uma pessoa e o mundo exterior se encontram – e a primeira linha de defesa do corpo humano contra um ambiente muitas vezes hostil.



1 O sistema tegumentar tem dois componentes principais: a membrana cutânea e várias estruturas anexas.

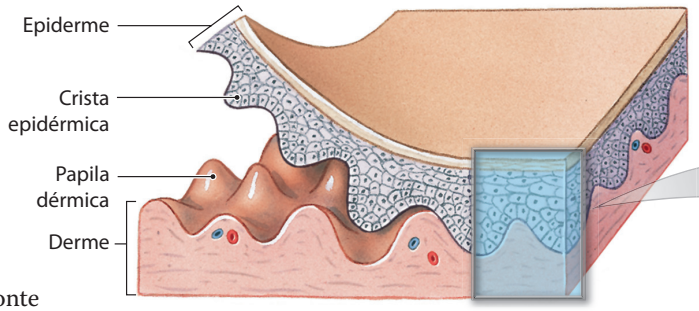
Funções do sistema tegumentar

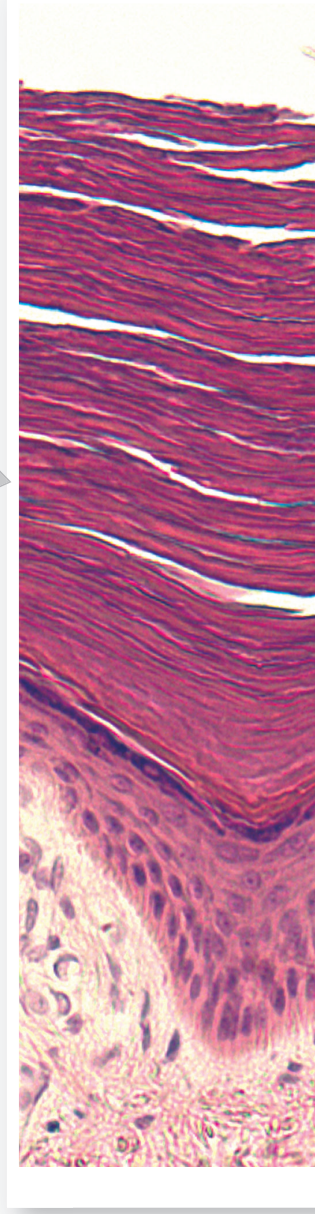
- Proteger os tecidos e órgãos subjacentes contra impacto, abrasão, perda de líquido e agressão química
- Excretar sais, água e resíduos orgânicos através das glândulas tegumentares
- Manter a temperatura normal do corpo, seja por meio de isolamento ou de resfriamento evaporativo, conforme necessário
- Produzir melanina, que protege o tecido subjacente das radiações ultravioleta
- Produzir queratina, que protege contra a abrasão e repele a água
- Sintetizar a vitamina D_3, um esteroide que é subsequentemente convertido em calcitriol, um hormônio importante para o metabolismo normal de cálcio
- Armazenar lipídios nos adipócitos da derme e no tecido adiposo da hipoderme
- Detectar o tato, a pressão, a dor e os estímulos de temperatura
- Coordenar a resposta imune a patógenos e cânceres de pele

A epiderme é composta de camadas com diversas funções

A epiderme é repleta de **queratinócitos**, as células epiteliais mais abundantes do corpo. Essas células formam várias camadas, ou estratos. As células-tronco, nas camadas mais profundas da epiderme, dividem-se continuamente para produzir os queratinócitos, que são eliminados na superfície exposta.

1 As camadas mais profundas da epiderme formam as cristas epidérmicas, que se estendem para dentro da derme. Essas cristas são adjacentes às projeções dérmicas, que são chamadas de **papilas dérmicas** (*papila*, um monte em forma de mamilo) que se projetam para dentro da epiderme. As cristas e as papilas são importantes porque aumentam, de forma significativa, a área de superfície para fixação, ligando firmemente a epiderme à derme.

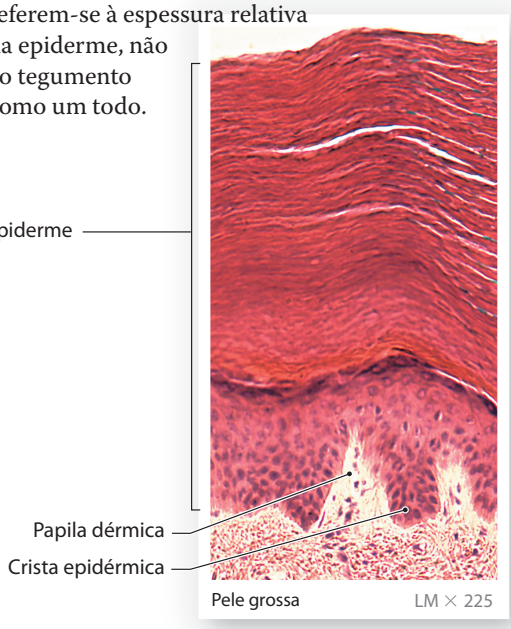




2 A **pele fina**, que cobre a maior parte da superfície do corpo, contém quatro camadas, e é quase tão espessa quanto um saco plástico (tem aproximadamente 0,08 milímetro).

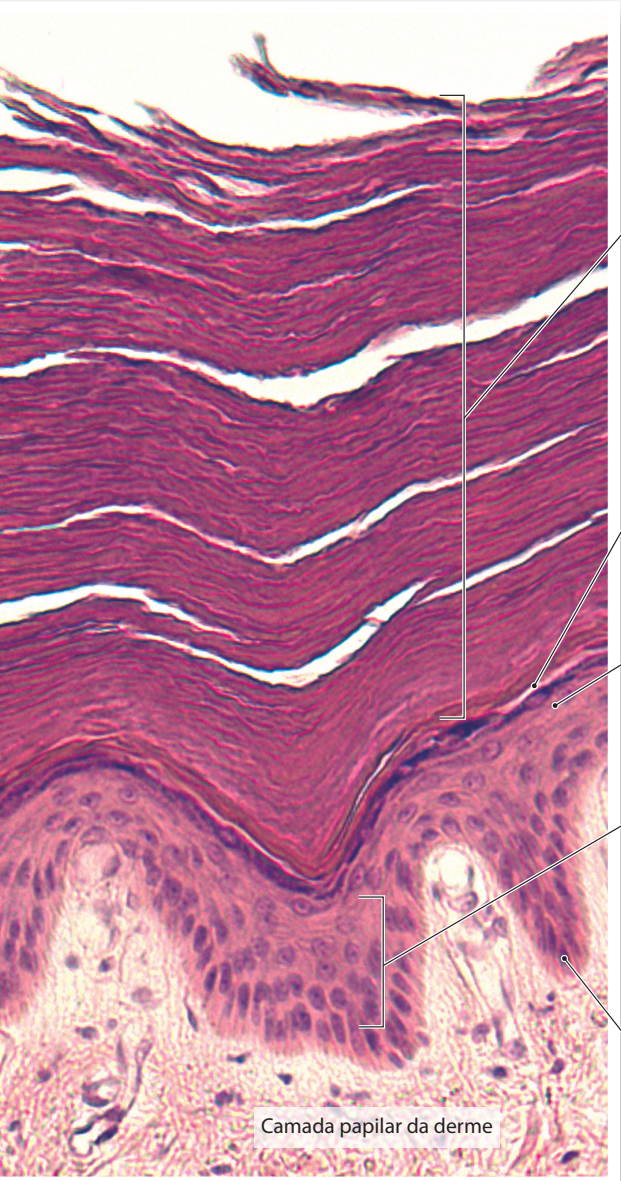
Pele fina LM × 225

3 A **pele grossa**, que encontramos nas palmas das mãos e nas plantas dos pés, contém uma quinta camada. A pele grossa é quase tão espessa como uma toalha de papel padrão (cerca de 0,5 milímetro). Note que os termos "grossa" e "fina" referem-se à espessura relativa da epiderme, não ao tegumento como um todo.



Pele grossa LM × 225

4 Como todos os outros epitélios, a epiderme não possui vasos sanguíneos locais. As células epidérmicas dependem da difusão de nutrientes e oxigênio dos capilares de dentro da derme. Como resultado, as células com maior exigência metabólica estão mais próximas à derme subjacente.



LM × 470

Camadas da epiderme

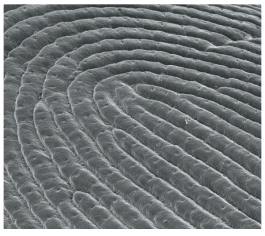
Camada córnea: na superfície exposta, tanto da pele grossa como da pele fina, a camada córnea (*cornu*, chifre) contém normalmente 15 a 30 camadas de células queratinizadas. A queratinização é a formação de camadas superficiais de células de proteção cheias da proteína **queratina** (*keros*, chifre). As células mortas, em cada camada do estrato córneo, permanecem firmemente interligadas pelos desmossomos. O tempo necessário para uma célula mover-se da camada mais baixa da epiderme (a camada basal) para a camada córnea é de 7 a 10 dias. As células mortas geralmente permanecem expostas na camada córnea por mais duas semanas antes de caírem ou serem removidas.

Camada lúcida: na pele grossa das palmas das mãos e plantas dos pés, a camada lúcida ("camada clara") separa a camada córnea de camadas mais profundas. As células da camada lúcida são achatadas, densamente compactadas, desprovidas de organelas e preenchidas com a proteína queratina. No momento em que chegam à camada lúcida, elas estão mortas e passando por desidratação.

Camada granulosa: esta "camada granulosa" consiste em três a cinco camadas de queratinócitos. No momento que as células chegam a essa camada, a maioria já parou de se dividir e começou a produzir grandes quantidades de queratina. À medida que essas fibras se desenvolvem, as células se tornam mais finas e achatadas, e as suas membranas se espessam e tornam-se menos permeáveis.

Camada espinhosa: esta "camada espinhosa" consiste em 8 a 10 camadas de queratinócitos ligadas por desmossomos. O nome refere-se ao fato de, em uma lâmina padrão, as células parecerem pequenas "almofadas de alfinetes" em cortes histológicos padronizados. Elas têm essa aparência porque os queratinócitos foram processados com substâncias químicas que encolheram o citoplasma, mas deixaram os elementos do citoesqueleto e desmossomos intactos. A camada espinhosa contém também as **células dendríticas**, que participam na resposta imune, estimulando a defesa contra (1) microrganismos que conseguem penetrar nas camadas mais superficiais da epiderme e (2) cânceres de pele superficiais.

Camada basal: é a camada basal da epiderme. Os hemidesmossomos fixam as células dessa camada à membrana basal, que separa a epiderme do tecido conjuntivo areolar papilar da camada adjacente da derme. As **células basais** dominam a camada basal. As células basais são células-tronco cujas divisões substituem os queratinócitos mais superficiais que são perdidos ou descamados na superfície epitelial. As superfícies da pele que carecem de pelo também contêm células epiteliais especializadas, conhecidas como **células de Merkel**, espalhadas entre as células basais. As células de Merkel são sensíveis ao tato; quando comprimidas, liberam substâncias químicas que estimulam as terminações nervosas sensitivas.



MEV × 25

5 O padrão em cristas da pele grossa da superfície da ponta dos dedos produz as impressões digitais, que têm sido utilizadas para identificar indivíduos em investigações criminais há mais de um século. Esta micrografia eletrônica de varredura mostra a ponta de um dedo indicador.

Revisão do Módulo 4.1

a. Identifique as camadas da epiderme da pele grossa (da profunda para a superficial).

b. A caspa é causada pela queda excessiva de células das camadas externas da pele do couro cabeludo. Assim, a caspa é composta de células de qual camada epidérmica?

c. Uma farpa penetra na terceira camada da epiderme da palma da mão. Em que camada ela se aloja?

Os fatores que influenciam a cor da pele incluem a pigmentação da epiderme e a circulação cutânea

Dois fatores influenciam a cor da pele: os pigmentos e o grau de circulação cutânea.

Pele fina LM × 400

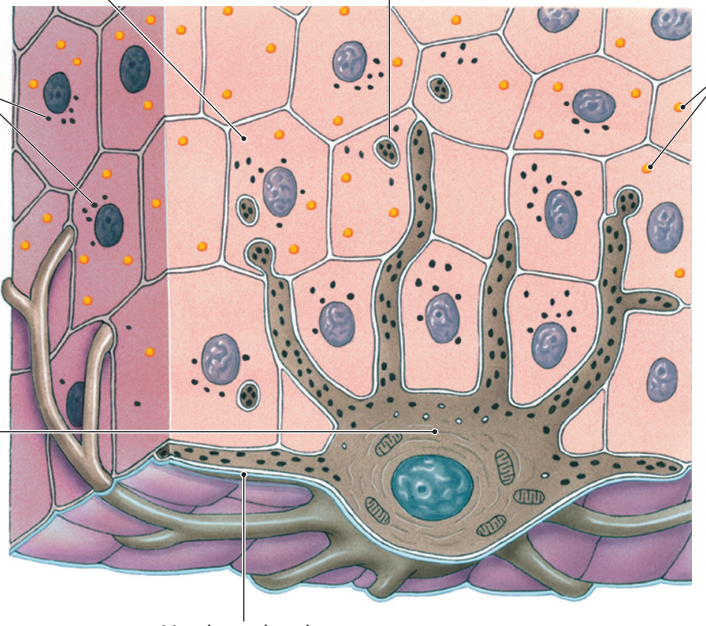
1 Os principais pigmentos envolvidos na coloração da pele são o caroteno e a melanina. A micrografia à esquerda mostra um corte através da pele fina de um indivíduo de pele clara. A proporção de melanócitos em relação às células basais varia entre 1:4 e 1:20, dependendo da região do corpo. A pele que cobre a maior parte do corpo tem aproximadamente mil melanócitos por milímetro quadrado. As diferenças na pigmentação da pele entre os indivíduos não refletem a quantidade de melanócitos, mas os diferentes níveis de produção de pigmentos. Mesmo os melanócitos de indivíduos albinos são distribuídos normalmente, embora as células sejam incapazes de produzir melanina. A figura abaixo retrata um único melanócito na camada basal.

3 Os melanossomos viajam dentro dos processos dos melanócitos e são transferidos intactos aos queratinócitos. Em pessoas de pele escura, os melanossomos são maiores e a pigmentação da pele, portanto, é mais escura e duradoura.

Queratinócitos

1 **Melanina** é um pigmento marrom, marrom-amarelado ou preto, produzido pelos **melanócitos**.

2 Os melanócitos estão localizados na camada basal, espremidos entre ou profundamente às células epiteliais. Os melanócitos produzem a melanina a partir do aminoácido tirosina e o empacota em vesículas intracelulares denominadas **melanossomos**.

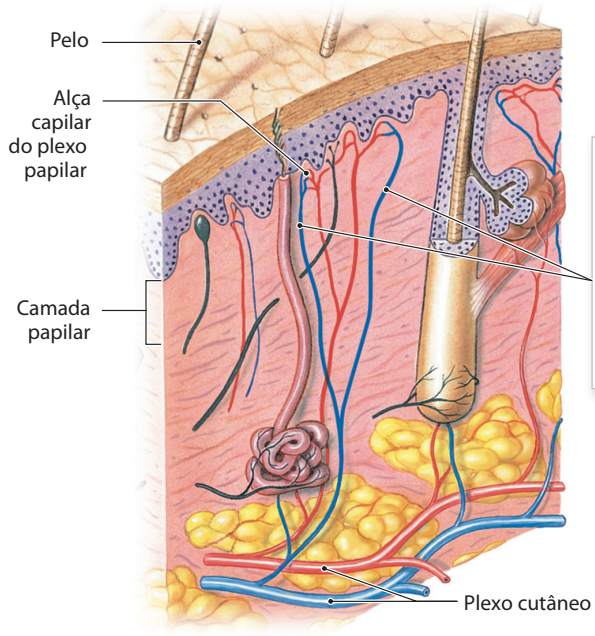


Membrana basal

4 **Caroteno** é um pigmento amarelo-alaranjado que normalmente fica acumulado nas células epidérmicas. É mais aparente nas células da camada córnea das pessoas de pele clara, mas também se acumula nos tecidos adiposos da derme profunda e da hipoderme. O caroteno também é encontrado em uma variedade de legumes de cor alaranjada.

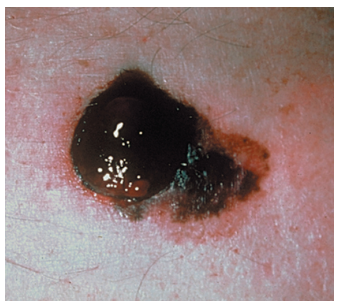
5 A cor da pele é geneticamente programada. No entanto, pode ocorrer aumento da pigmentação, ou o bronzeamento, em resposta à radiação ultravioleta (UV).

2 A circulação dérmica afeta a cor da pele porque o sangue contém glóbulos vermelhos cheios do pigmento vermelho hemoglobina. Quando em contato com o oxigênio, a hemoglobina adquire um tom vermelho brilhante, fazendo com que os capilares na derme também adquiram uma tonalidade avermelhada que fica mais evidente em indivíduos de pele mais clara. Se esses vasos dilatam-se, o tom vermelho torna-se ainda mais acentuado. Por exemplo, a sua pele torna-se mais corada e vermelha quando a temperatura do seu corpo sobe porque seus vasos sanguíneos superficiais permitem que sua pele aja como um radiador e perca calor. Quando o fluxo sanguíneo diminui, os níveis de oxigênio nos tecidos declinam, e, sob essas condições, a hemoglobina libera oxigênio e torna-se um vermelho mais escuro. Vista da superfície, a pele, em seguida, assume uma cor azulada. Essa coloração é chamada **cianose** (*kyanos*, azul). Em indivíduos de qualquer cor de pele, a cianose é mais aparente na pele muito fina, tais como os lábios ou debaixo das unhas.



A camada papilar da pele contém o **plexo papilar**, uma rede de capilares que fornece oxigênio e nutrientes para a derme e a epiderme.

3 Os cânceres de pele são os tipos mais comuns de câncer. A forma mais comum de câncer de pele é o **carcinoma basocelular**, que, muitas vezes, se parece com uma bolha de pus. Este é um câncer que se origina na camada basal, decorrente de mutações causadas por exposição excessiva à radiação ultravioleta (UV) da luz solar e sessões de bronzeamento artificial. Os carcinomas basocelulares raramente tornam-se metastáticos (espalhando-se para outras partes do corpo), e a maioria das pessoas sobrevive a esse tipo de câncer. A melanina nos queratinócitos oferece alguma proteção contra a radiação UV, pois os melanossomos concentram-se em torno do núcleo, onde atuam como guarda-sóis para o DNA anexo. O **carcinoma espinocelular** é o segundo tipo de câncer mais comum. Ele é quase totalmente restrito às áreas da pele expostas ao sol, onde forma um inchaço com uma superfície áspera e manchas avermelhadas. A probabilidade de que ocorra metástase é maior em relação ao carcinoma basocelular. O tratamento para ambos os tipos de câncer envolve remoção cirúrgica do tumor e a maioria das pessoas sobrevive a esses tipos de câncer.



4 Forma mais grave de câncer de pele, o **melanoma maligno** é extremamente perigoso. Melanócitos cancerosos crescem rapidamente e originam metástases pelo sistema linfático. A sobrevida depende, muitas vezes, do quão cedo a condição é diagnosticada. Se detectado precocemente, enquanto ainda localizado, o câncer pode ser cirurgicamente removido, e a taxa de sobrevivência de 5 anos é de 99%. Se não for detectado, quando ocorre metástase extensa, a taxa de sobrevida de 5 anos cai para 14%. Para detectar o melanoma em um estágio inicial, você deve examinar sua pele e saber o que procurar. A regra mnemônica ABCDE torna mais fácil lembrar as principais características do câncer. A é para assimetria: os melanomas tendem a ser de forma irregular. B é para borda, pois a borda é geralmente irregular. C é para a cor: o melanoma geralmente é manchado. D é para diâmetro: qualquer crescimento da pele maior que 5 mm de diâmetro é perigoso. E é para elevação: os melanomas geralmente formam uma pequena saliência na superfície da pele.

Revisão do Módulo 4.2

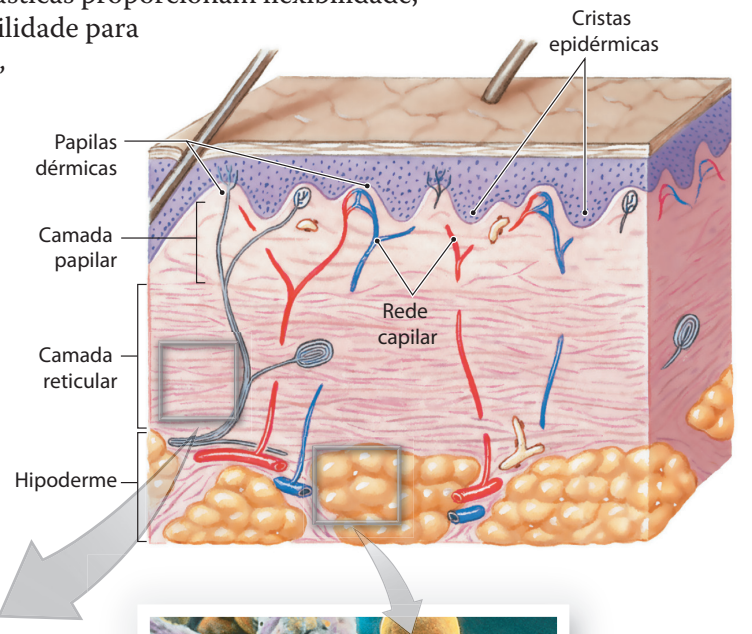
a. Nomeie os dois pigmentos contidos na epiderme.

b. Por que a exposição à luz solar ou lâmpadas de bronzeamento escurecem a pele?

c. Classifique os três tipos de câncer de pele de acordo com o seu risco à saúde.

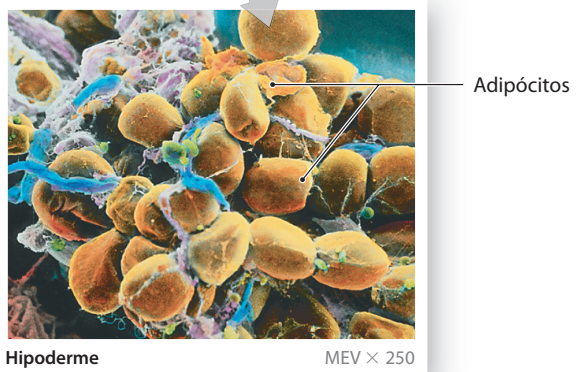
A derme apoia a epiderme e a hipoderme conecta a derme ao restante do organismo

A **derme** encontra-se entre a epiderme e a hipoderme. A derme contém dois tipos de fibras que lhe permitem tolerar um certo grau de estiramento: as fibras de colágeno, que são fortes e resistentes ao alongamento, mas facilmente se dobram ou torcem; e as fibras elásticas, que se estiram e se retraem ao seu comprimento original. As fibras elásticas proporcionam flexibilidade, e as fibras de colágeno limitam essa flexibilidade para evitar danos ao tecido. O envelhecimento, as alterações hormonais e os efeitos destrutivos da radiação ultravioleta reduzem permanentemente a quantidade de elastina na derme. Resultados: rugas e flacidez da pele.



1 A **camada papilar** é formada de tecido conjuntivo frouxo areolar. Essa camada contém também capilares, vasos linfáticos e os neurônios sensitivos que suprem a superfície da pele. A camada papilar recebe esse nome das papilas da derme que se projetam entre as cristas da epiderme. Essa camada também tem receptores táteis.

Camada reticular da derme MEV × 1.500



Hipoderme MEV × 250

2 A **camada reticular** consiste em uma malha entrelaçada de tecido conjuntivo denso *não modelado* contendo tanto fibras de colágeno como elásticas. Feixes de fibras de colágeno estendem-se superficialmente além da camada reticular para se misturarem com os da camada papilar; estendem-se também para dentro da camada profunda da hipoderme. As camadas reticular e papilar da derme contêm redes de vasos sanguíneos, vasos linfáticos, fibras nervosas e órgãos anexos, tais como os folículos pilosos e as glândulas sudoríferas.

3 A **hipoderme** separa a pele das estruturas mais profundas e estabiliza a posição da pele em relação aos tecidos subjacentes (tais como os músculos esqueléticos ou outros órgãos), enquanto permite o movimento independente. Como muitas vezes há um predomínio de tecido adiposo, essa camada representa também um local importante para o armazenamento de energia.

Revisão do Módulo 4.3

a. Descreva a localização da derme.

b. Onde estão localizados os capilares e os neurônios sensitivos que suprem a epiderme?

c. O que explica a capacidade da derme de se submeter a estiramentos repetidos?

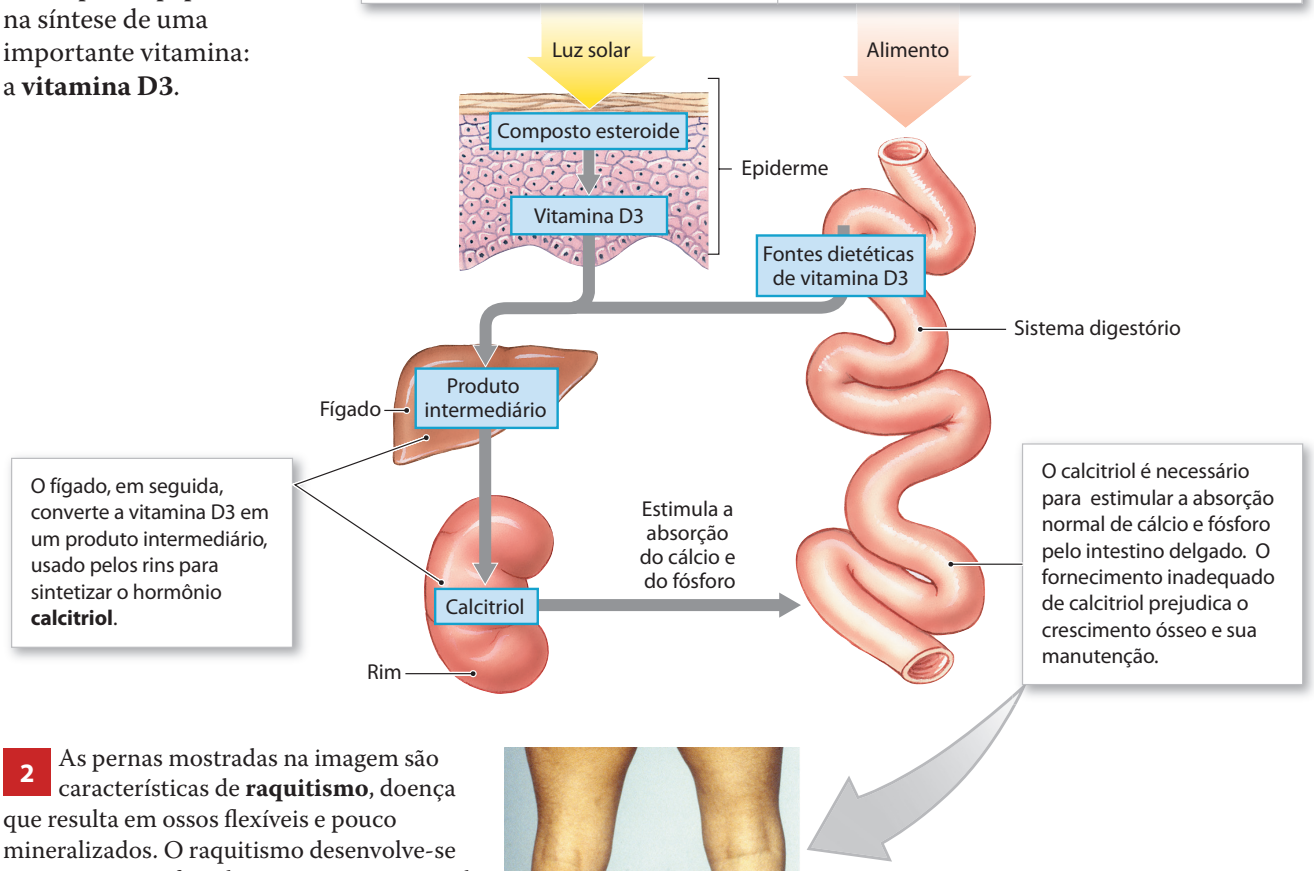
O tegumento tem funções endócrinas que requerem a radiação ultravioleta

1 Embora a excessiva exposição ao sol possa danificar as células epiteliais e os tecidos mais profundos, a exposição moderada ao sol é benéfica porque a radiação UV desempenha papel vital na síntese de uma importante vitamina: a **vitamina D3**.

Fontes de vitamina D3

Luz solar: quando expostas à radiação ultravioleta, as células epidérmicas das camadas espinhosa e basal convertem um esteroide relacionado ao colesterol em vitamina D3. Essa vitamina difunde-se, então, através da membrana basal e penetra nos capilares adjacentes.

Dieta: podemos absorver a vitamina D3 de nossa dieta, mas poucos alimentos contêm essa vitamina, com exceção de peixes, óleos de peixe, crustáceos e moluscos, e mesmo assim a presença e a quantidade da vitamina variam. Hoje, muitos alimentos são "enriquecidos com vitamina D" – mais notadamente o leite, o leite de soja e o suco de laranja.



2 As pernas mostradas na imagem são características de **raquitismo**, doença que resulta em ossos flexíveis e pouco mineralizados. O raquitismo desenvolve-se em crianças em fase de crescimento, cuja pele não é exposta à luz solar e cuja dieta não inclui a vitamina D3. Os ossos têm a forma adequada, mas falta rigidez porque a matriz óssea contém cálcio e fosfato insuficientes. O raquitismo foi eliminado na maior parte dos Estados Unidos porque a vitamina D3 foi adicionada a muitos alimentos. Contudo, necessitamos da vitamina D3 durante a vida toda. Os adultos são menos propensos a desenvolver o raquitismo por deficiência de vitamina D3, mas a densidade óssea diminui e isso ocasiona maior risco de fraturas e retarda o processo de consolidação. Os riscos são maiores para os idosos, porque a produção de vitamina D3 pela pele diminui em cerca de 75%, mesmo quando exposta à luz solar.

Revisão do Módulo 4.4

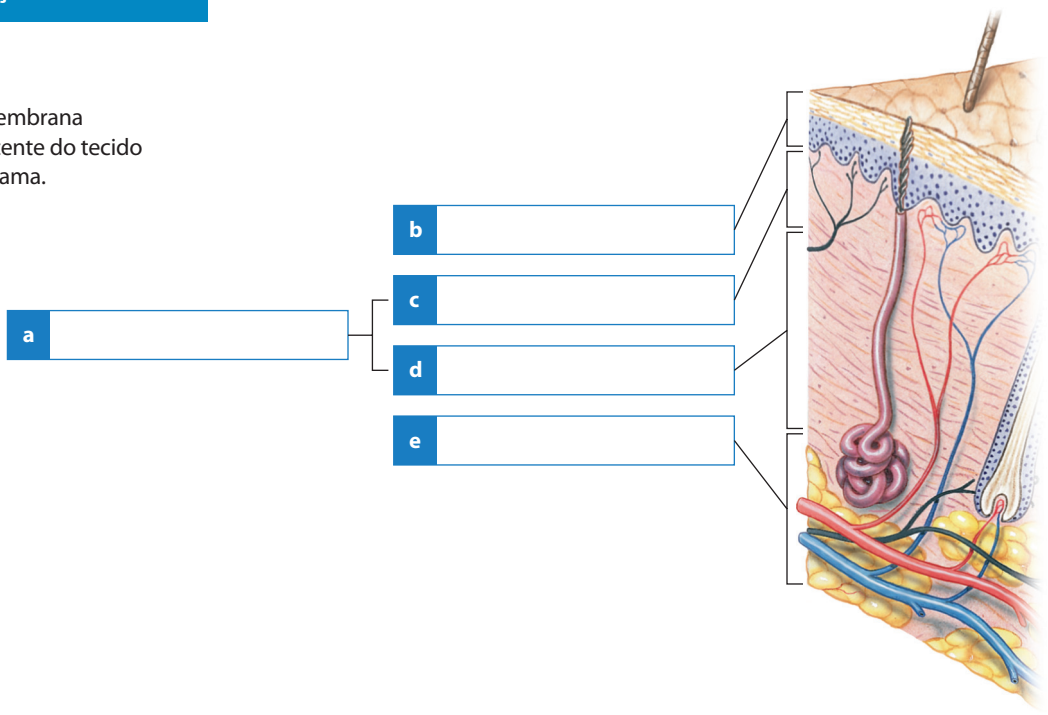
a. Descreva duas fontes de vitamina D3.

b. Explique a relação entre a exposição à luz solar e a vitamina D3.

c. Em algumas culturas, as mulheres devem se cobrir da cabeça aos pés quando saem de casa. Explique por que essas mulheres apresentam maior risco de desenvolverem problemas ósseos ao longo da vida.

1. Resposta objetiva

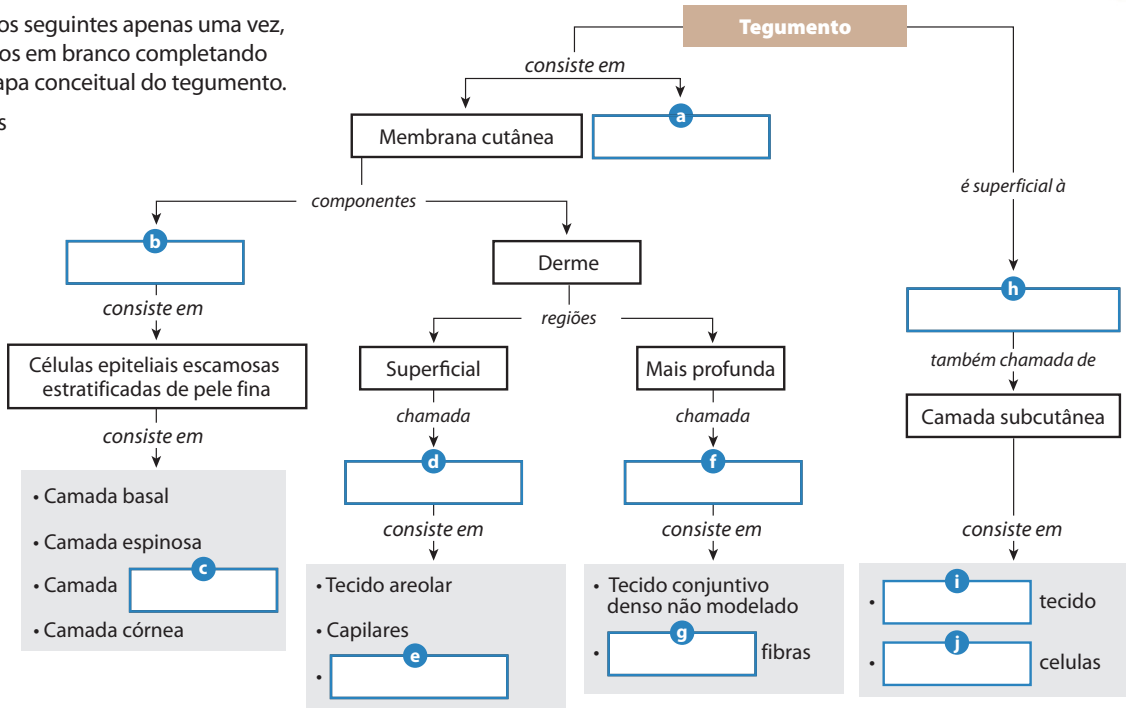
Identifique e descreva a membrana cutânea e a camada subjacente do tecido conjuntivo frouxo no diagrama.



2. Mapa conceitual

Utilizando os termos seguintes apenas uma vez, preencha os espaços em branco completando corretamente o mapa conceitual do tegumento.

- estruturas anexas
- colágeno
- conjuntivo
- epiderme
- gordura
- granuloso
- hipoderme
- nervos
- camada papilar
- camada reticular

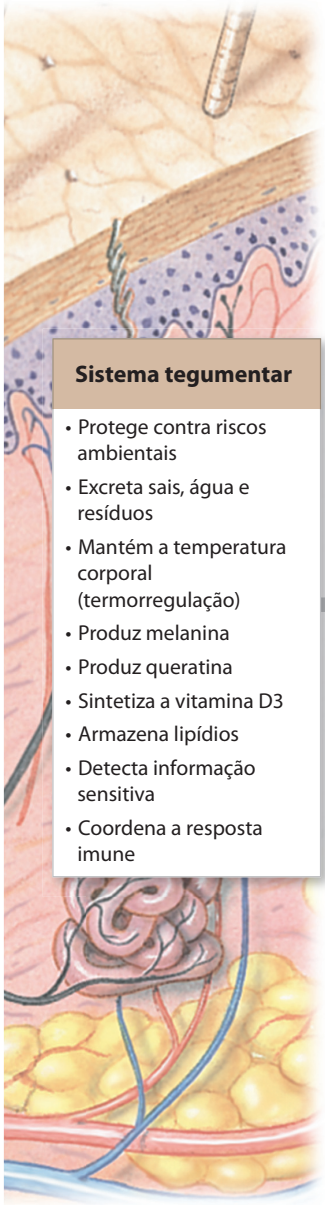


3. Integração de seções

a. Depois de tomar um longo banho de espuma ou de lavar os pratos, os dedos de suas mãos muitas vezes parecem "amassados" ou enrugados. Explique o porquê.

b. Descreva a sequência de eventos que se inicia com as células da epiderme e da radiação UV e conduz à absorção de cálcio e fósforo pelo intestino delgado.

Órgãos anexos da pele



Sistema tegumentar

- Protege contra riscos ambientais
- Excreta sais, água e resíduos
- Mantém a temperatura corporal (termorregulação)
- Produz melanina
- Produz queratina
- Sintetiza a vitamina D3
- Armazena lipídios
- Detecta informação sensitiva
- Coordena a resposta imune

Membrana cutânea

Epiderme

- Protege a derme de traumas e de agentes químicos
- Controla a permeabilidade da pele e previne contra a perda de água
- Previne contra a entrada de agentes patogênicos
- Sintetiza a vitamina D3
- Receptores sensitivos detectam o tato, a pressão, a dor e a temperatura
- Coordena a resposta imune a patógenos e cânceres de pele

Derme

Camada papilar

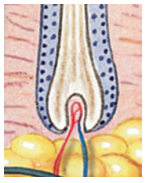
- Nutre e apoia a epiderme

Camada reticular

- Restringe o alastramento de patógenos que penetram na epiderme
- Armazena reservas lipídicas
- Liga a pele aos tecidos mais profundos
- Receptores sensitivos detectam o tato, a pressão, a dor, a vibração e a temperatura
- Os vasos sanguíneos auxiliam na termorregulação

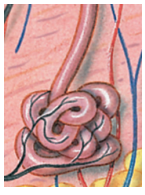
Estruturas anexas

Folículos pilosos



- Produzem pelos que protegem o crânio
- Produzem pelos que proporcionam sensações de tato delicado na superfície geral do corpo

Glândulas exócrinas



- Auxiliam na termorregulação
- Excretam resíduos
- Lubrificam a epiderme

Unhas

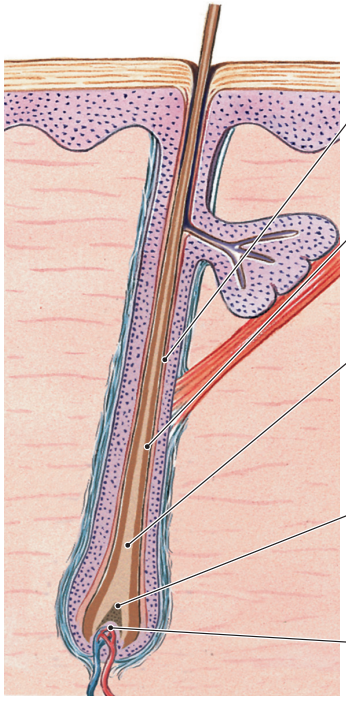
- Protegem e apoiam as pontas dos dedos das mãos e dos pés

O pelo é constituído de células mortas queratinizadas produzidas em um folículo piloso especializado

Os **pelos** projetam-se acima da superfície da pele em quase todo o corpo, exceto nas laterais e plantas dos pés, nas palmas das mãos, nas laterais dos dedos das mãos e dos pés, nos lábios e em partes da genitália externa. O corpo humano tem cerca de 2,5 milhões de pelos e 75% deles estão na superfície geral do corpo, não na cabeça. Os pelos são estruturas não vivas produzidas em órgãos chamados folículos pilosos.

1 O **folículo piloso** é um órgão pequeno composto de tecidos epitelial e conjuntivo, e é responsável pela formação de um único fio de cabelo.

2 A formação do pelo começa na base de um folículo piloso. Uma massa de células epiteliais forma uma dilatação que circunda uma pequena **papila do pelo**, um feixe de tecido conjuntivo contendo capilares e nervos.



A **cutícula** do pelo consiste em células-filhas produzidas nas bordas de sua matriz. A cutícula forma a superfície do pelo.

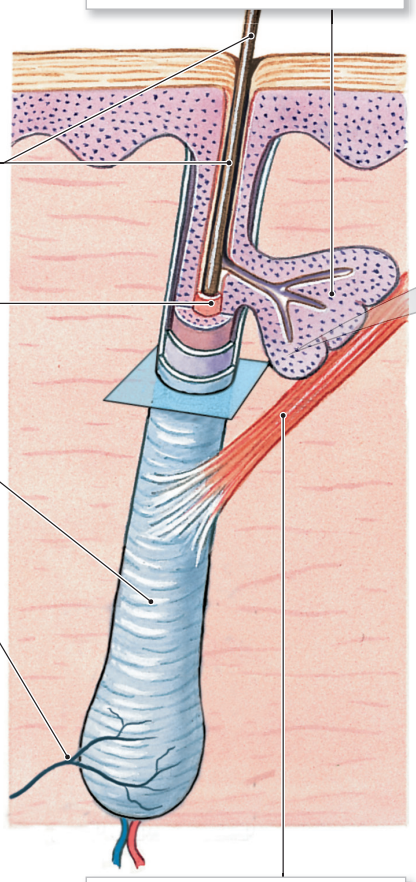
O **córtex** do pelo é uma camada intermediária de células na profundidade da cutícula.

A **medula**, ou núcleo, do pelo consiste em células no centro de sua matriz.

Como as células basais perto do centro da base do pelo dividem-se, as células-filhas são gradualmente empurradas em direção à superfície. Essa região é chamada de **matriz** ou zona de crescimento do pelo.

A papila do pelo é um pequeno feixe de tecido conjuntivo, cheio de vasos sanguíneos e nervos.

A **glândula sebácea** produz secreções que revestem o pelo e a superfície adjacente da pele.



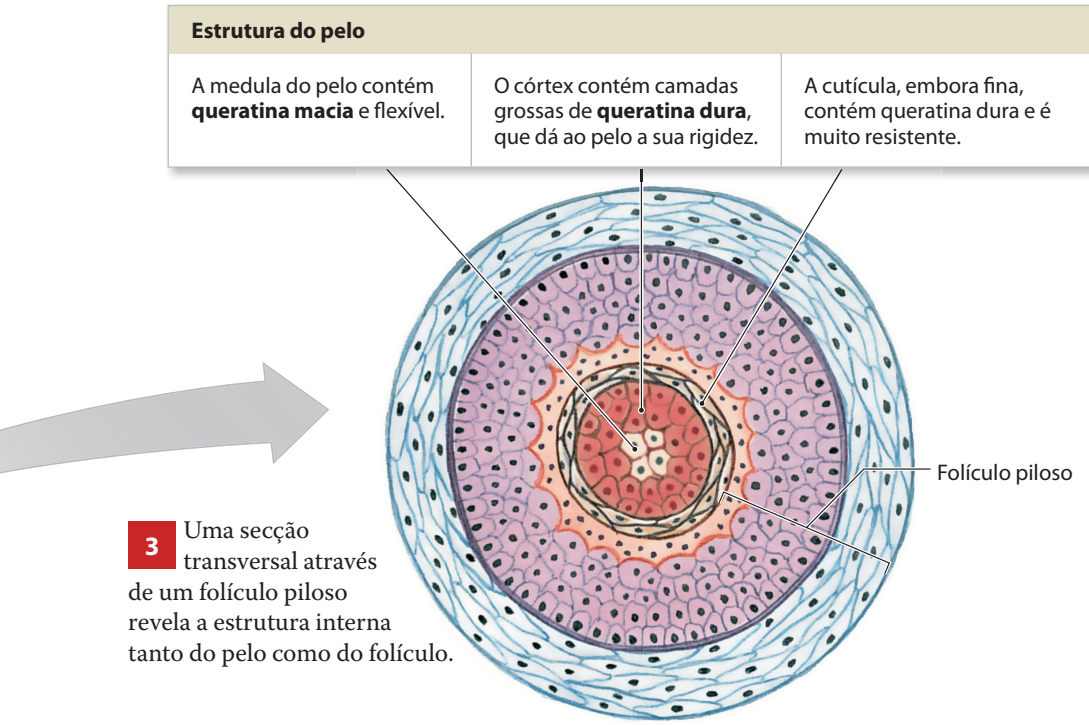
A **haste do pelo**, que vemos na superfície da pele, começa no fundo do folículo piloso.

A **raiz do pelo** – a parte que fixa o pelo dentro da pele – estende-se desde a base do folículo piloso, onde se inicia a produção do pelo, até o ponto onde sua haste perde a sua conexão com as paredes do folículo.

Uma bainha de tecido conjuntivo circunda as células epiteliais do folículo capilar.

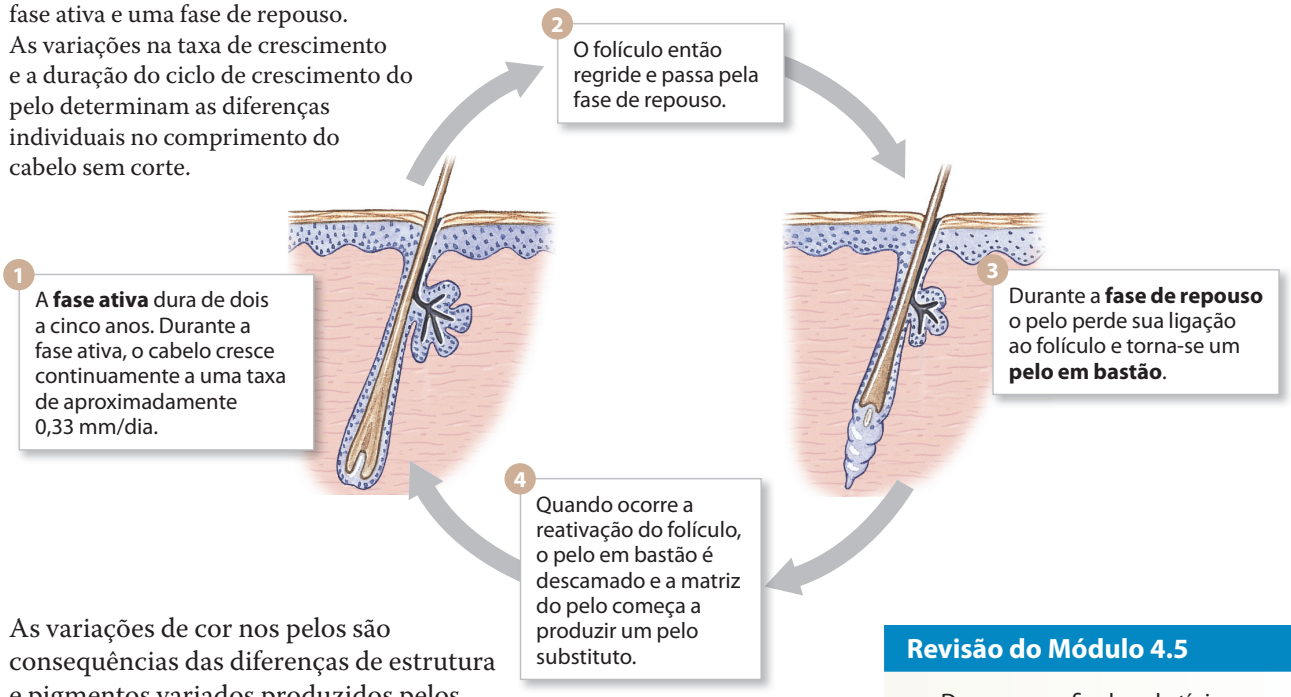
O **plexo nervoso sensitivo da raiz do pelo** circunda a base de cada folículo piloso. Como resultado, você pode sentir o movimento da haste de até mesmo um único fio de cabelo.

O **músculo eretor do pelo** é um músculo liso cujas contrações puxam o folículo, forçando o pelo a ficar ereto, causando "arrepios".



3 Uma secção transversal através de um folículo piloso revela a estrutura interna tanto do pelo como do folículo.

4 Os pelos crescem e são eliminados de acordo com um **ciclo de crescimento do pelo**, que inclui uma fase ativa e uma fase de repouso. As variações na taxa de crescimento e a duração do ciclo de crescimento do pelo determinam as diferenças individuais no comprimento do cabelo sem corte.



As variações de cor nos pelos são consequências das diferenças de estrutura e pigmentos variados produzidos pelos melanócitos na papila do pelo. Formas diferentes de melanina dão ao cabelo uma cor marrom-escura, marrom-amarelada ou avermelhada. Como a produção de pigmento diminui com a idade, a cor do cabelo clareia. O cabelo branco resulta de uma combinação de falta de pigmento e a presença de bolhas de ar na medula da haste capilar.

Revisão do Módulo 4.5

a. Descreva um fio de pelo típico.

b. O que acontece quando um músculo eretor do pelo se contrai?

c. Puxar um fio de cabelo é doloroso, mas cortar o cabelo não é. Por quê?

As glândulas sebáceas e as glândulas sudoríferas são as glândulas exócrinas encontradas na pele

Neste módulo, examinaremos a estrutura e a função das estruturas anexas que produzem secreções exócrinas, com especial atenção às glândulas sebáceas e às glândulas **sudoríferas**. Essas glândulas exócrinas lubrificam a epiderme, excretam resíduos e ajudam na termorregulação.

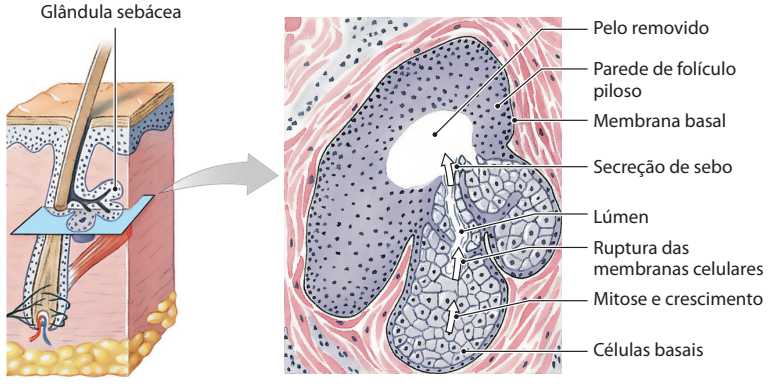
1 As **glândulas sebáceas** liberam sebo, uma mistura de triglicérides, colesterol, proteínas e eletrólitos por meio da secreção holócrina. As glândulas sebáceas, que se comunicam com um único folículo, compartilham um ducto e, portanto, são classificadas como glândulas ramificadas simples. Os lipídios liberados pelas células glandulares entram no lúmen (passagem aberta) da glândula. As contrações do músculo eretor do pelo apertam a glândula sebácea e forçam o sebo para fora do folículo piloso para a superfície da pele. O sebo hidrata e condiciona o pelo e a pele ao redor.

Glândulas sebáceas

As glândulas sebáceas secretam **sebo**, que reveste a haste do pelo e superfícies epidérmicas ao redor. O sebo proporciona lubrificação e evita que a haste do pelo torne-se seca e quebradiça. As glândulas sebáceas também têm propriedades antibacterianas.

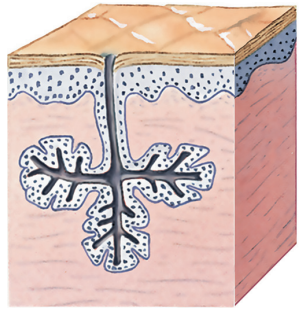
Glândulas sebáceas típicas

Secretam dentro dos folículos pilosos



Folículos sebáceos

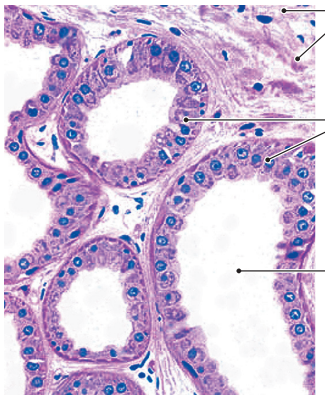
Secretam sobre a superfície da pele; localizados no rosto, nas costas, no peito, nos mamilos e na genitália externa



Glândulas sudoríferas

As glândulas sudoríferas produzem uma solução aquosa, a secreção merócrina, que lava a superfície epidérmica e desempenha outras funções especiais.

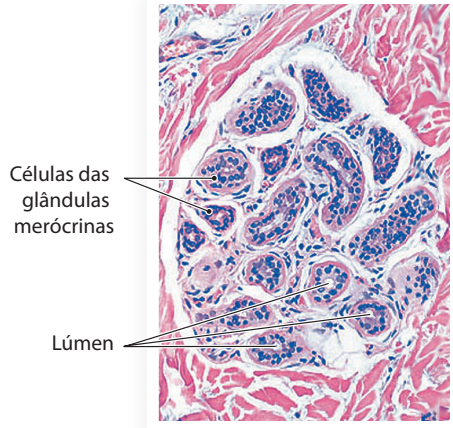
Glândulas sudoríferas apócrinas



Corte histológico de glândulas sudoríferas apócrinas LM × 375

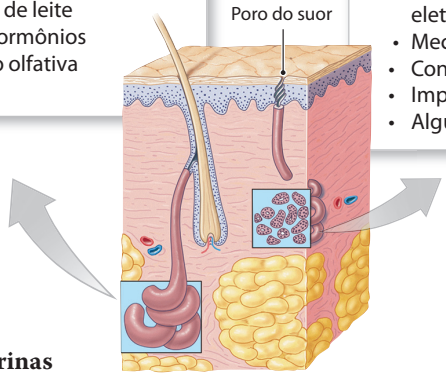
- Distribuição limitada (axilas, virilha, mamilos)
- Produzem uma secreção viscosa
- Incluem glândulas ceruminosas da orelha externa e glândulas mamárias produtoras de leite
- Fortemente influenciadas por hormônios
- Possível função na comunicação olfativa envolvendo sensação de cheiro

Glândulas sudoríferas merócrinas



Corte histológico de glândulas sudoríferas merócrinas LM × 210

- Encontradas na maioria das áreas da pele
- Produzem secreções aquosas contendo eletrólitos
- Mecanismo de secreção merócrina
- Controladas principalmente pelo sistema nervoso
- Importantes na termorregulação e na excreção
- Alguns efeitos antibacterianos



2 As **glândulas sudoríferas apócrinas** são encontradas nas axilas, em torno dos mamilos, e na região pubiana, onde secretam nos folículos pilosos. Essas glândulas produzem uma secreção pegajosa, turva e potencialmente odorífera. Apesar do seu nome, essas glândulas liberam seu produto por secreção merócrina. O tegumento adulto também contém de 2 a 5 milhões de **glândulas sudoríferas merócrinas**, que eliminam suas secreções diretamente na superfície da pele. As palmas das mãos e plantas dos pés apresentam quantidade mais elevada: só a palma da mão possui cerca de quinhentas glândulas sudoríferas merócrinas por cm^2.

Revisão do Módulo 4.6

a. Identifique os dois tipos de glândulas exócrinas encontrados na pele.

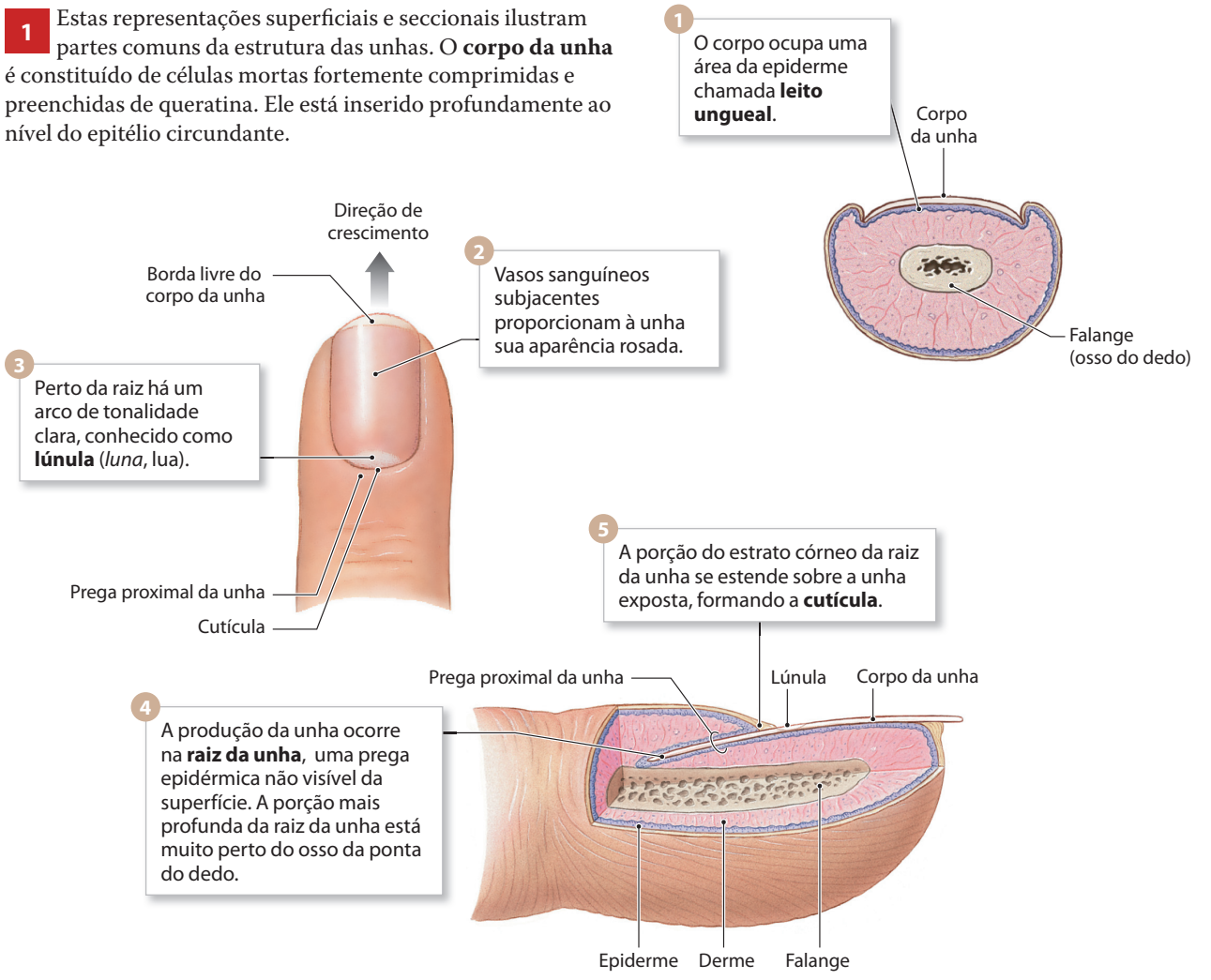
b. Quais são as funções das secreções sebáceas?

c. Os desodorantes são utilizados para mascarar os efeitos da secreção de qual tipo de glândula da pele?

As unhas são lâminas grossas de células epidérmicas queratinizadas que protegem as pontas dos dedos das mãos e dos pés

As **unhas** protegem as superfícies dorsais expostas das pontas dos dedos das mãos e dos pés e também ajudam a proteger seus dedos de serem alterados por estresse mecânico, por exemplo, quando você corre ou agarra objetos.

1 Estas representações superficiais e seccionais ilustram partes comuns da estrutura das unhas. O **corpo da unha** é constituído de células mortas fortemente comprimidas e preenchidas de queratina. Ele está inserido profundamente ao nível do epitélio circundante.



2 As células que produzem as unhas podem ser afetadas por condições de saúde que alteram o metabolismo do corpo; portanto, alterações na forma, estrutura ou na aparência das unhas podem fornecer informações úteis para um diagnóstico. Por exemplo, a psoríase, uma condição caracterizada pela divisão celular rápida na camada basal, pode deformar e marcar as unhas. Algumas doenças do sangue podem deixar as unhas côncavas.

Revisão do Módulo 4.7

a. Defina leito ungueal.

b. Descreva uma unha típica.

c. Onde ocorre a produção da unha?

Mudanças relacionadas à idade alteram o tegumento

Menor quantidade de melanócitos

A atividade dos melanócitos diminui e a pele torna-se muito pálida em indivíduos que têm a pele clara. Com menor quantidade de melanina na pele, as pessoas ficam mais sensíveis à exposição ao sol e é mais provável que ocorram queimaduras solares.

Epiderme mais ressecada

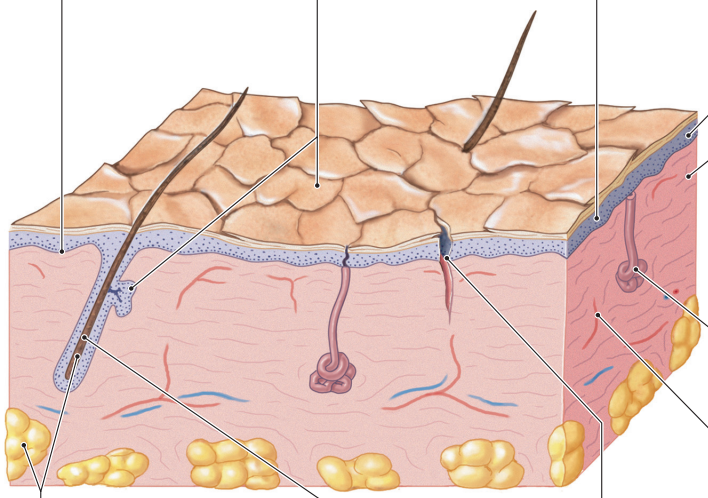
As glândulas sebáceas secretam menos sebo e a pele torna-se seca e, muitas vezes, descamativa.

Afinamento da epiderme

A epiderme torna-se fina em virtude do declínio da atividade das células basais, e as conexões entre a epiderme e a derme se enfraquecem, fazendo com que as pessoas mais idosas fiquem mais propensas a lesões, dilacerações e infecções na pele. A atividade metabólica da pele também diminui. A epiderme normalmente produz a vitamina D3, e a diminuição da produção acarreta fraqueza muscular e ossos quebradiços.

Diminuição da resposta imunológica

O número de células dendríticas diminui para aproximadamente a metade dos níveis apresentados aos 21 anos. Essa redução das células imunes pode diminuir a sensibilidade da resposta imune e facilitar ainda mais os danos da pele e infecções.



Afinamento da derme

A derme fica mais fina e tem menos fibras elásticas, tornando o tegumento mais fraco e menos resiliente. Os resultados – flacidez e rugas – manifestam-se mais nas regiões do corpo com maior exposição ao sol.

Diminuição da transpiração

As glândulas sudoríferas merócrinas tornam-se menos ativas e, com a transpiração prejudicada, os idosos não podem perder calor tão rápido quanto as pessoas mais jovens. Assim, os idosos correm maior risco de superaquecimento em ambientes quentes.

Alterações no pelo e na distribuição da gordura

Com o declínio dos níveis dos hormônios sexuais, as diferenças nas características sexuais secundárias com relação à distribuição do pelo e da gordura corporal começam a desaparecer. Como consequência, as pessoas com idade entre 90 e 100 anos tendem a ficar parecidas.

Menos folículos pilosos ativos

Os folículos pilosos param de funcionar ou começam a produzir pelos mais finos. Com a atividade de melanócitos diminuída, esses pelos são cinza ou brancos.

Recuperação mais lenta da pele

A recuperação de lesões na pele ocorre mais lentamente. Em um adulto jovem, uma bolha pode levar de 3 a 4 semanas para cicatrizar. Contudo, em uma pessoa com 65 anos de idade, a mesma recuperação pode levar de 6 a 8 semanas.

Suprimento sanguíneo reduzido

A redução no suprimento de sangue da derme esfria a pele, o que pode estimular os termorreceptores e fazer com que a pessoa sinta frio mesmo em uma sala quente. A diminuição da circulação e das funções das glândulas sudoríferas nos idosos reduz sua capacidade de perder o calor do corpo, o que pode permitir que, com o esforço excessivo, a temperatura do corpo suba perigosamente.

O envelhecimento afeta todas as estruturas do tegumento. A ilustração resume suas principais alterações estruturais e funcionais. As mudanças graduais na aparência superficial da pele fornecem pistas visuais que nós usamos inconscientemente para estimar a idade de uma pessoa. Isso explica a popularidade da cirurgia plástica facial.

Revisão do Módulo 4.8

a. Identifique alguns efeitos comuns do processo de envelhecimento na pele.

b. Por que, com a idade, o cabelo fica branco ou cinza?

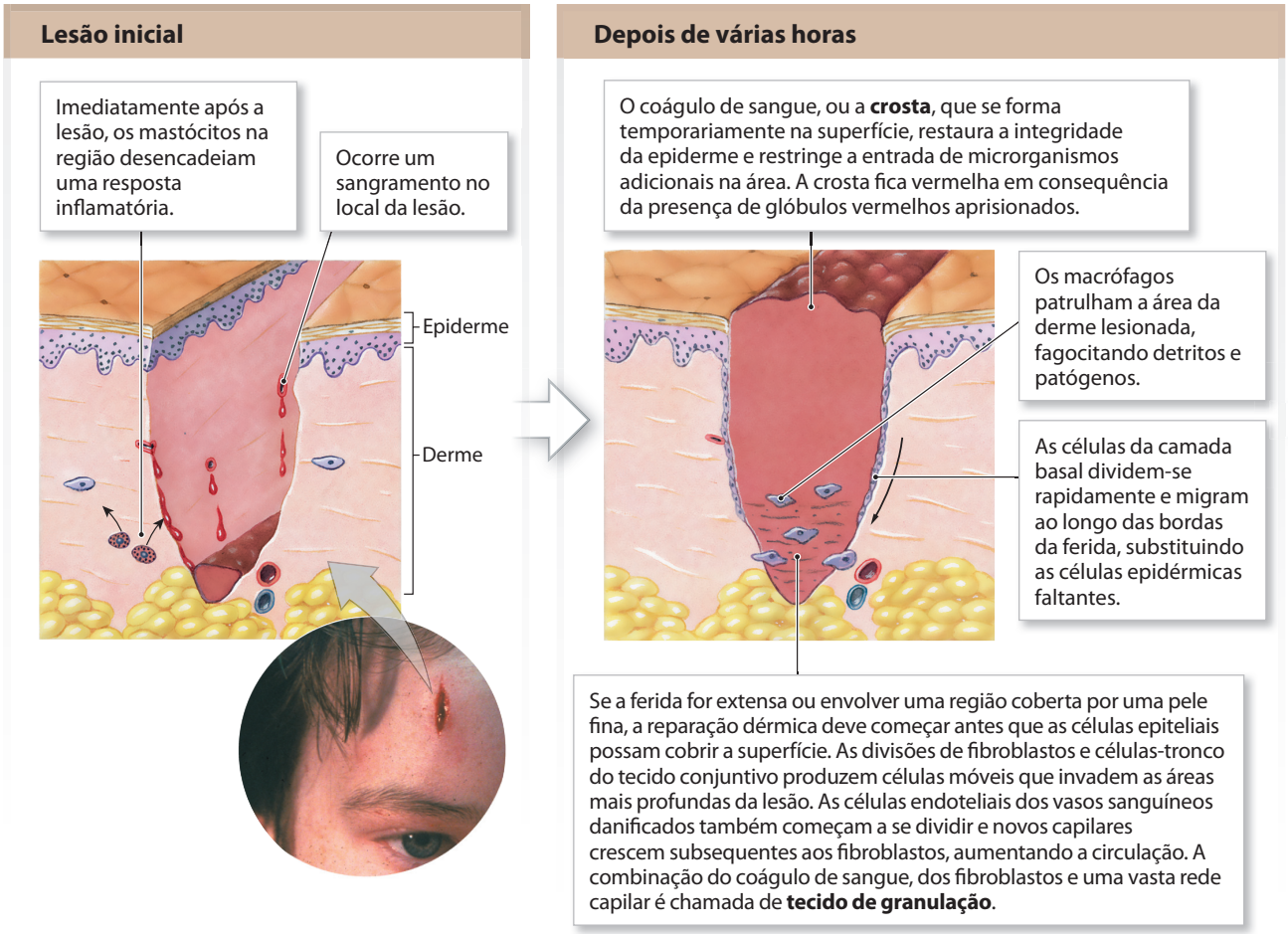
c. Por que, quando ficamos mais velhos, toleramos menos o calor do verão e nos tornamos mais suscetíveis a doenças relacionadas ao calor?

O tegumento muitas vezes pode reparar-se, mesmo depois de grandes danos

O sistema tegumentar apresenta um grau significativo de independência funcional – ele muitas vezes responde direta e automaticamente a influências locais sem envolver o sistema nervoso ou endócrino. Podemos observar uma demonstração da reconstituição local, se a pele for lesada. Estes quatro painéis ilustram os passos de regeneração da pele após uma lesão.

1 Uma lesão na pele provoca inicialmente sangramento e ativa os mastócitos.

2 Após horas, forma-se um coágulo e células da camada basal migram ao longo das bordas da ferida. Os macrófagos estão, neste momento, removendo os detritos, e mais fagócitos vão chegando, aumentando a circulação na área. O coágulo em torno das bordas da zona afetada isola parcialmente a região dos tecidos adjacentes não danificados.

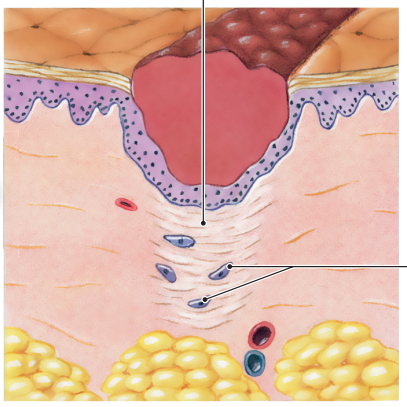


3 Uma semana após a lesão, a crosta foi dominada por células epidérmicas que migram através de uma malha produzida pela atividade de fibroblastos. A atividade fagocitária em torno do local quase terminou e o coágulo de sangue está se desintegrando.

4 Depois de várias semanas, a crosta se destacou e a epiderme está completa. Uma depressão rasa marca o local da lesão, mas os fibroblastos da derme continuam a criar o tecido cicatricial que gradualmente elevará a epiderme sobrejacente.

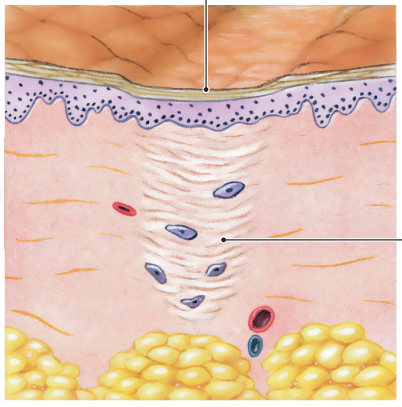
Depois de uma semana

Ao longo do tempo, as porções mais profundas do coágulo dissolvem-se e a quantidade de capilares declina. A atividade dos fibroblastos ocasiona o aparecimento das fibras de colágeno e da substância fundamental típica. Contudo, os reparos não restauram o tegumento à sua condição original, pois a derme apresentará um número anormalmente grande de fibras de colágeno e relativamente poucos vasos sanguíneos.



Depois de várias semanas

Folículos capilares, glândulas sudoríferas ou sebáceas, células musculares e nervos severamente danificados raramente são reparados e eles também são substituídos por tecido fibroso. A formação desse **tecido cicatricial**, quase inflexível, fibroso e acelular, completa o processo de reparação.



5 Em alguns adultos, com maior frequência aqueles com a pele mais escura, o tecido cicatricial pode continuar sua formação para além da formação necessária da reparação tecidual. Nesse caso, o resultado é a formação de um **queloide**, uma massa espessa de tecido cicatricial levantada, que se inicia no local da lesão e cresce na derme circundante. Os queloides são cobertos por uma superfície epidérmica lisa e brilhante, e mais comumente se desenvolvem na parte superior das costas, ombros, tórax anterior ou lobos das orelhas. Os queloides são inofensivos; algumas culturas aborígenes produzem queloides intencionalmente como uma forma de decoração do corpo.

Revisão do Módulo 4.9

a. Identifique o primeiro passo para o reparo de uma lesão na pele.

b. Descreva o tecido de granulação.

c. Por que a pele regenera-se efetivamente, mesmo após danos consideráveis?

1. Atividade de associação

Associe os seguintes termos com a descrição correspondente mais próxima.

- melanoma maligno
- pele enrugada
- raiz da unha
- sebo
- glândulas sudoríferas apócrinas
- cutícula
- glândulas sudoríferas merócrinas
- crosta
- camada reticular da derme
- músculo eretor do pelo

a _____ Produz secreções aquosas contendo eletrólitos

b _____ Prega epitelial não visível da superfície

c _____ Encontrada na axila

d _____ Coágulo de sangue na superfície da pele

e _____ Local de produção do pelo

f _____ Redução das fibras elásticas

g _____ Secreção lipídica oleosa

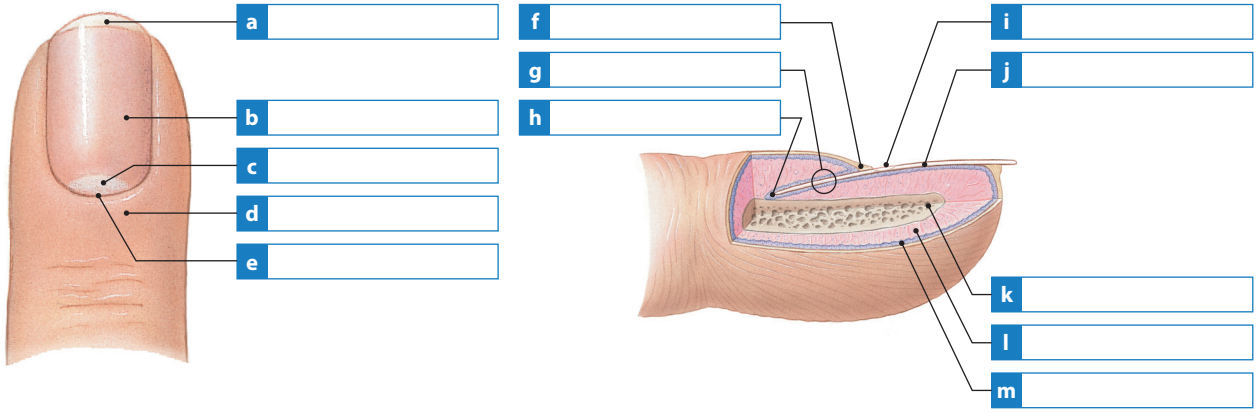
h _____ Melanócitos anormais formam metástases através do sistema linfático

i _____ Faz o pelo crescer reto

j _____ Superfície de um fio de pelo

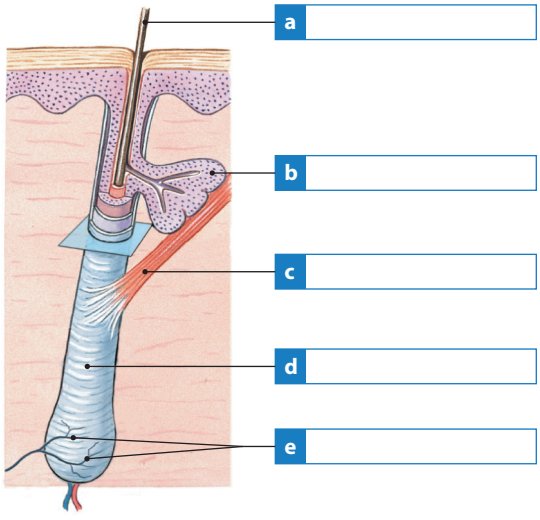
2. Criando legendas

Identifique as estruturas de uma unha típica nas figuras a seguir.



3. Criando legendas

Crie legendas para as estruturas de um folículo piloso na figura a seguir.



4. Integração de seções

Dois pacientes são levados para a sala de emergência. Um cortou o dedo com uma faca; o outro feriu-se pisando em um prego. Qual ferida tem maior probabilidade de infeccionar? Por quê?

_____

_____

_____

_____

_____

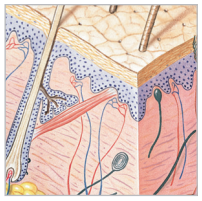
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

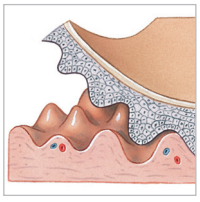
Anatomia funcional da pele

- sistema tegumentar
- tegumento
- membrana cutânea
- epiderme
- derme
- hipoderme
- estruturas anexas
- plexo cutâneo



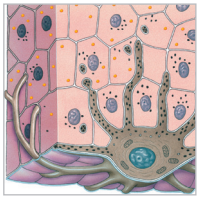
4.1 A epiderme é composta de camadas com diversas funções

- queratinócitos
- papilas dérmicas
- pele fina
- pele grossa
- camada córnea
- queratina
- camada lúcida
- camada granulosa
- camada espinhosa
- células dendríticas
- camada basal
- células basais
- células de Merkel



4.2 Os fatores que influenciam a cor da pele incluem a pigmentação da epiderme e a circulação cutânea

- melanina
- melanócitos
- melanossomos
- caroteno
- cianose
- plexo papilar
- carcinoma basocelular
- carcinoma espinocelular
- melanoma maligno



4.3 A derme apoia a epiderme e a hipoderme conecta a derme ao restante do organismo

- derme
- camada papilar
- camada reticular
- hipoderme

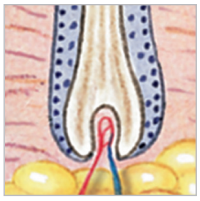
4.4 O tegumento tem funções endócrinas que requerem a radiação ultravioleta

- vitamina D3
- luz solar
- dieta
- calcitriol
- raquitismo

SEÇÃO 2

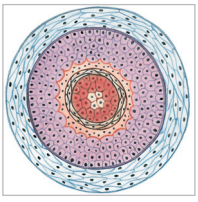
Órgãos anexos da pele

- folículos pilosos
- glândulas exócrinas
- unhas



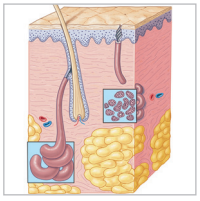
4.5 O pelo é constituído de células mortas queratinizadas produzidas em um folículo piloso especializado

- pelos
- folículo piloso
- haste do pelo
- raiz do pelo
- plexo da raiz do pelo
- glândula sebácea
- músculo eretor do pelo
- papila do pelo
- cutícula
- córtex
- medula
- matriz
- queratina macia
- queratina dura
- ciclo de crescimento do pelo
- fase ativa
- fase de repouso
- pelo em bastão



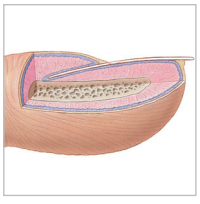
4.6 As glândulas sebáceas e as glândulas sudoríferas são as glândulas exócrinas encontradas na pele

- glândulas sebáceas
- sebo
- folículos sebáceos
- glândulas sudoríferas
- glândulas sudoríferas apócrinas
- glândulas sudoríferas merócrinas



4.7 As unhas são lâminas grossas de células epidérmicas queratinizadas que protegem as pontas dos dedos das mãos e dos pés

- unhas
- corpo da unha
- leito ungueal
- lúnula
- raiz da unha
- cutícula

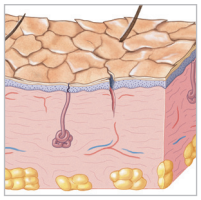


• = *Termos em negrito neste módulo.*

4.8

Mudanças relacionadas à idade alteram o tegumento

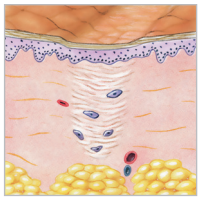
- menor quantidade de melanócitos
- epiderme mais ressecada
- afinamento da epiderme
- diminuição da resposta imunológica
- afinamento da derme
- diminuição da transpiração
- alterações no pelo e na distribuição da gordura
- menos folículos pilosos ativos
- recuperação mais lenta da pele
- suprimento sanguíneo reduzido



4.9

O tegumento muitas vezes pode reparar-se, mesmo depois de grandes danos

- crosta
- tecido de granulação
- tecido cicatricial
- queloide



- = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Obstetriz

A PROFISSÃO

O obstetriz se dedica ao estudo da obstetrícia, isto é, da reprodução humana, desde a gestação até o parto e o pós-parto, com foco nos aspectos fisiológicos e patológicos. Mais especificamente, esse profissional da saúde faz o acompanhamento das mulheres durante todas as etapas da gravidez, dos exames pré-natais ao parto. Ainda que o obstetriz tenha grande autonomia, a interação com os médicos (especialmente obstetras e ginecologistas) é imprescindível, sobretudo em gestações de risco.

Embora o curso de graduação tenha sido criado apenas em 2005, a profissão é uma das mais antigas do mundo. O obstetriz nada mais é que do que antigamente se convencionou chamar de *parteira*. A diferença é que agora ele dispõe de uma sólida formação não apenas nos aspectos técnicos da gravidez e parto, mas também no trabalho de assistir as gestantes da forma mais humanizada e compreensiva possível – sem tirar delas a autonomia de decidir de que modo pretendem conduzir seu trabalho de parto.

O obstetriz pode fazer apenas o parto normal. Em casos nos quais a cesariana é estritamente necessária, esta é atribuição exclusiva do médico, uma vez que se trata de um procedimento cirúrgico.

Saiba mais

Apresentação do curso de Obstetrícia da USP – www5.usp.br/26660/graduacao-em-obstetricia-forma-para-uma-visao-ampla-da-saude-da-mulher/

Informações sobre o curso de Obstetrícia no ***Guia do estudante*** – http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/saude/obstetricia-687251.shtml

Essa carreira é ideal para você? Você será o "braço direito" da futura mamãe, com quem lidará. Isso significa que sua agenda deverá estar disponível para acompanhá-la no hospital, em consultas médicas ou mesmo em casa, não importando o horário. Em certos tipos de gestação, como as múltiplas, não é raro que a grávida tenha de se internar ainda durante os primeiros meses. Seu apoio será especialmente necessário nessa etapa.

Formação Até o momento, a única universidade a oferecer o curso de graduação em Obstetrícia é a Universidade de São Paulo, no ***campus*** localizado na Zona Leste da capital paulista. A proposta do curso, que dura quatro anos e meio, é formar um profissional especializado na saúde da mulher como um todo, não apenas durante a gravidez.

A grade curricular inclui conhecimentos básicos da área da saúde, como Anatomia, Fisiologia, Parasitologia, Imunologia e Embriologia. Nas disciplinas específicas, aprende-se a lidar com nutrição neonatal, gestações de risco, recém-nascidos e com o processo pré e pós-operatório. As disciplinas humanísticas também são fortes. Discutem-se ética profissional, antropologia, questões de gênero e direitos humanos, entre outros temas.

A USP-Leste impõe aos alunos um "ciclo básico" composto por vários ramos das artes e humanidades, seja qual for o curso. As disciplinas são variadas e podem ser escolhidas pelo estudante, abrangendo temas que vão de psicanálise a literatura brasileira contemporânea.

Remuneração média O mais comum é que o obstetriz trabalhe como profissional autônomo, contratado pela própria gestante ou associado a uma clínica médica. A média de rendimento mensal parte dos R$ 1.500,00 de acordo com profissionais que já estão no mercado. Ainda não existem sindicatos específicos da área ou conselhos de classe.

Perspectivas profissionais Desde 2012, uma liminar obtida pela Universidade de São Paulo garante que o obstetriz formado possa exercer sua profissão livremente. Há mercado para profissionais autônomos e no setor público, em casas de parto, ambulatórios e programas de saúde familiar.

A luta atual é para que os profissionais possam registrar-se no Conselho Federal de Enfermagem – uma vez que as carreiras têm formação semelhante. Em outros países, como o Canadá e o Chile, a profissão já é bem mais difundida.

A ideia da criação do curso, segundo as informações oficiais da USP, surgiu de uma política de mudança no tratamento obstétrico promovida pela Organização Mundial da Saúde. Desde a década de 1990, o órgão das Nações Unidas passou a incentivar os países a formar parteiros profissionais.

Fontes consultadas

guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Página do curso de Obstetrícia da USP. Disponível em: <www.each.usp.br/obstetricia>. Acesso em: 19 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 4 – Questões de revisão

1. Quais são as duas principais camadas que compõem a derme e quais componentes estão em cada camada?
2. Liste as quatro etapas da regeneração da pele após uma lesão.
3. Na prática clínica, as drogas podem ser administradas por difusão através da pele. Esse método é chamado de administração transdérmica. Por que as drogas lipossolúveis são mais adequadas para administração transdérmica do que as drogas solúveis em água?
4. A exposição a quantidades ideais de luz solar é necessária para a manutenção óssea adequada e para o crescimento em crianças. Se uma criança vive em uma área onde a exposição à luz do sol é rara, em virtude da poluição ou dias nublados, o que pode ser feito para minimizar a deficiência da manutenção e do crescimento ósseo?
5. Muitas pessoas mudam a aparência natural dos cabelos utilizando tinturas. Quais camadas dos pelos você acredita serem afetadas pelo produto químico aplicado durante o processo de coloração?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

5 Sistema esquelético

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Introdução aos ossos do sistema esquelético

5.1 Classificar os ossos de acordo com suas formas e descrever as características principais de suas superfícies.

5.2 Identificar as partes de e descrever a anatomia interna de um osso longo, determinando a localização típica de osso compacto e esponjoso.

5.3 Citar os três tipos de células ósseas, identificar suas principais funções e resumir a homeostase do cálcio.

5.4 Discernir as estruturas e funções do osso compacto e do osso esponjoso.

5.5 Resumir a ossificação endocondral.

5.6 **MÓDULO CLÍNICO** Discutir vários distúrbios clínicos associados ao crescimento e ao desenvolvimento ósseo anormal.

5.7 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever vários tipos de fraturas e explicar a cicatrização óssea.

SEÇÃO 2 • Esqueleto

5.8 Identificar os ossos da face e do crânio; identificar e localizar as suturas cranianas.

5.9 Identificar e descrever as características da superfície do crânio.

5.10 Identificar pontos de referência em imagens seccionais do crânio; identificar e descrever os componentes do complexo nasal.

5.11 Listar os ossos associados do crânio e descrever o osso hioide, incluindo suas funções e características.

5.12 Definir fontículo, explicar sua função e descrever as principais diferenças estruturais entre crânios de bebês, crianças e adultos.

5.13 Identificar e descrever as curvas da coluna vertebral e suas funções, identificar as regiões vertebrais e descrever as partes de uma vértebra.

5.14 Descrever as características estruturais e funcionais que diferenciam as vértebras cervicais das torácicas.

5.15 Descrever as características estruturais e funcionais que diferenciam as vértebras lombares, das sacrais e coccígeas.

5.16 Descrever a caixa torácica e explicar a importância das articulações entre as vértebras torácicas e as costelas, e entre as costelas e o esterno.

5.17 **MÓDULO CLÍNICO** Comparar e diferenciar cifose, escoliose e lordose.

5.18 Identificar os ossos que formam o cíngulo do membro superior, suas funções e as características de sua superfície.

5.19 Identificar os ossos do braço e do antebraço, suas funções e as características de sua superfície.

5.20 Identificar os ossos do carpo e da mão, e descrever suas localizações usando a terminologia anatômica.

5.21 Descrever os ossos do quadril que formam o cíngulo do membro inferior, suas funções e as características de sua superfície.

5.22 Identificar os ossos do quadril e discutir as diferenças estruturais e funcionais entre a pelve masculina e a pelve feminina.

5.23 Identificar os ossos da coxa e da perna, suas funções e as características de sua superfície.

5.24 Identificar os ossos do tarso e do pé, e descrever suas localizações usando a terminologia anatômica.

SEÇÃO 3 • Estrutura e movimento das articulações

5.25 Descrever a estrutura básica de uma articulação sinovial, as estruturas acessórias comuns e suas funções.

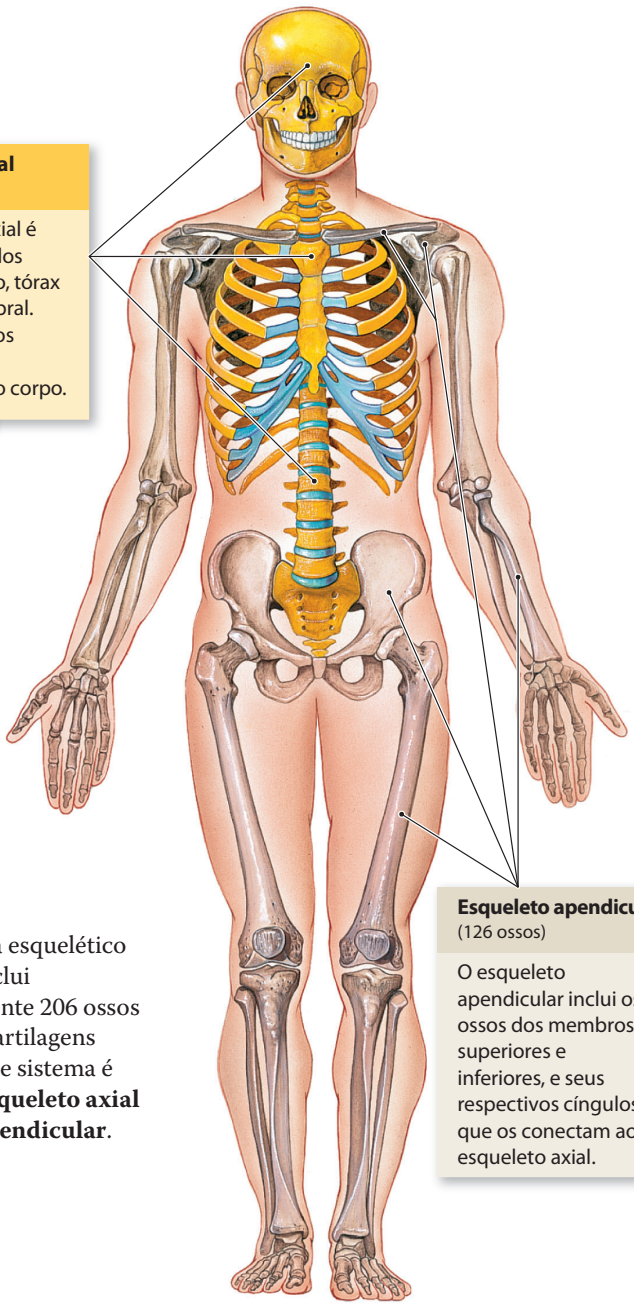
5.26 Explicar a relação entre forma e função em cada tipo de articulação sinovial.

5.27 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever distúrbios clínicos relacionados aos discos intervertebrais e fragilidades ósseas.

5.28 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar o conjunto de sintomas relacionados à artrite e descrever seus efeitos na estrutura e na função articular.

Introdução aos ossos do sistema esquelético

O sistema esquelético inclui os diversos ossos do esqueleto e as cartilagens, ligamentos e outros tecidos conjuntivos que os estabilizam ou interligam. Este capítulo expande a introdução ao tecido ósseo (apresentada no Capítulo 3), considerando a anatomia macroscópica dos ossos e examinando os mecanismos de crescimento, sua remodelagem e cicatrização óssea.



Esqueleto axial
(80 ossos)

O esqueleto axial é constituído pelos ossos do crânio, tórax e coluna vertebral. Esses elementos formam o eixo longitudinal do corpo.

Esqueleto apendicular
(126 ossos)

O esqueleto apendicular inclui os ossos dos membros superiores e inferiores, e seus respectivos cíngulos que os conectam ao esqueleto axial.

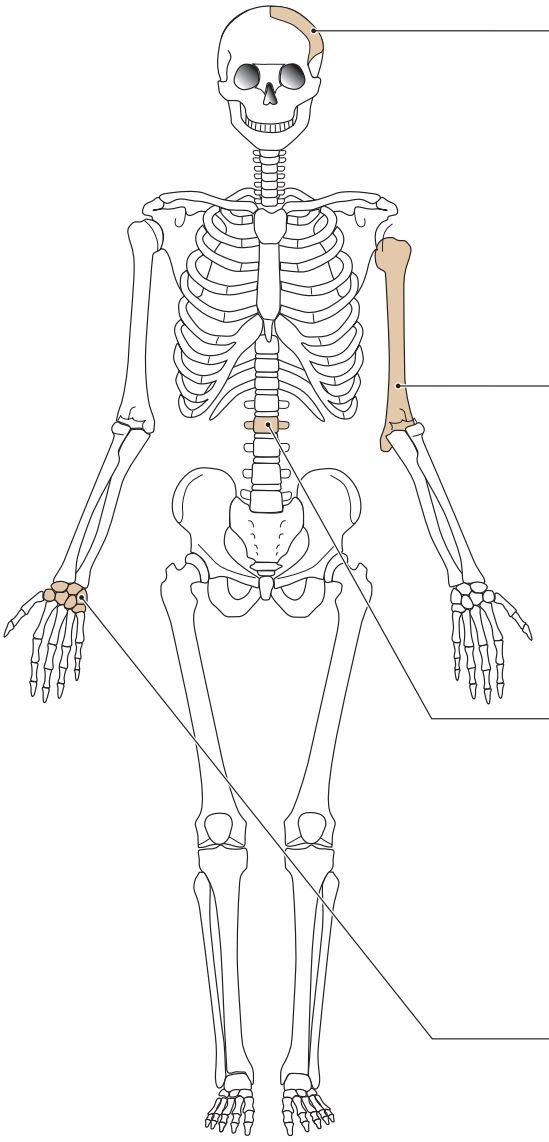
1 O sistema esquelético adulto inclui aproximadamente 206 ossos individuais e cartilagens associadas. Esse sistema é dividido em **esqueleto axial** e **esqueleto apendicular**.

Funções do sistema esquelético

- **Apoio:** o sistema esquelético proporciona sustentação estrutural para todo o corpo. Os ossos individuais ou grupos de ossos constituem uma estrutura para a fixação de órgãos e tecidos moles.
- **Armazenamento de minerais:** os sais de cálcio nos ossos representam uma reserva mineral valiosa que mantém as concentrações normais de cálcio e íons fosfato nos fluidos corporais. O cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano. Em geral, o corpo humano contém entre 1 kg e 2 kg de cálcio; mais de 98% dessa substância encontra-se nos ossos.
- **Produção de glóbulos:** os glóbulos vermelhos, os glóbulos brancos e as plaquetas são produzidas na medula óssea vermelha, que preenche as cavidades de diversos ossos.
- **Proteção:** os tecidos delicados e os órgãos são, com frequência, circundados por estruturas esqueléticas. As costelas protegem o coração e os pulmões, o crânio envolve o cérebro, as vértebras protegem a medula espinal, e a pelve envolve os delicados órgãos digestórios e genitais.
- **Movimento:** muitos ossos do esqueleto funcionam como alavancas, que podem mudar a magnitude e a direção das forças geradas pelos músculos esqueléticos. Os movimentos produzidos variam desde movimentos delicados, como os realizados pelas falanges distais dos dedos das mãos, até mudanças importantes na posição do eixo corporal.

2 O esqueleto tem muitas funções vitais, resumidas no quadro desta página. Todas essas funções dependem, em última análise, das propriedades dinâmicas características do tecido ósseo. As amostras ósseas estudadas em laboratório são apenas restos secos de tecido vivo. Comparativamente, essas amostras relacionam-se ao corpo humano da mesma forma que toras de madeira secas em estufa relacionam-se ao tronco de uma árvore viva.

Os ossos são classificados de acordo com sua forma e estrutura, e apresentam uma variedade de características em sua superfície



1 Os 206 ossos principais de um esqueleto humano adulto típico podem ser divididos, com base em suas formas individuais, em quatro grandes categorias.

Ossos planos

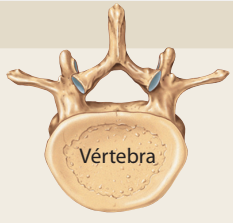
Os **ossos planos** têm superfícies delgadas e quase paralelas e constituem a parte superior do crânio, o esterno, as costelas e a escápula. Protegem os tecidos moles subjacentes e têm uma área de superfície extensa para a fixação dos músculos esqueléticos.

Ossos longos

Os **ossos longos** são relativamente longos e esguios e estão localizados no braço e antebraço, na coxa e perna, nas mãos e pés. O fêmur, osso longo típico localizado na coxa, é o maior e mais pesado osso no corpo.

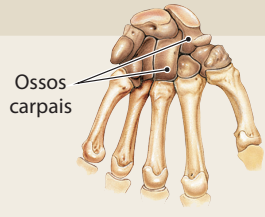
Ossos irregulares

Os **ossos irregulares** têm formas complexas com superfícies curtas, lisas, entalhadas ou estriadas. As vértebras da coluna vertebral, os ossos da pelve e vários ossos do crânio são irregulares.



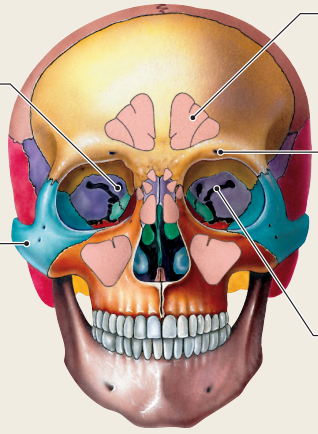
Ossos curtos

Os **ossos curtos** são pequenos e de formato cuboide. Exemplos de ossos curtos incluem os ossos do carpo (ossos carpais) e ossos dos tornozelos (ossos tarsais).



2 Estas ilustrações mostram as principais **características de superfície**, também conhecidas como acidentes ósseos. Cada osso do corpo tem características externas e internas próprias, relacionadas às suas funções específicas. Nos locais onde se fixam tendões e ligamentos, e onde se articulam (se unem) ossos adjacentes, encontram-se elevações ou projeções. Depressões, sulcos e forames são os locais por onde passam os vasos sanguíneos ou nervos.

1 **Características da superfície do crânio**



Canal ou **meato** é uma passagem ampla através de um osso.

Processo é qualquer projeção ou saliência.

Seio é uma câmara dentro de um osso, normalmente preenchido com ar.

Forame é uma passagem estreita arredondada, através da qual vasos sanguíneos ou nervos atravessam um osso.

Fissura é uma fenda ou abertura alongada.

2 **Características de superfície do úmero**

Cabeça é uma expansão da extremidade proximal de um osso que compõe uma articulação.

Tubérculo é uma pequena projeção arredondada.

Sulco é uma ranhura profunda e estreita.

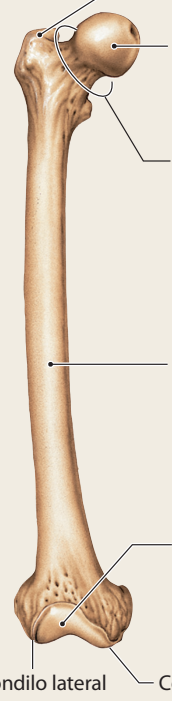
Tuberosidade é uma projeção áspera e estreita, que se estende por uma área ampla da superfície do osso.

Diáfise, ou eixo, é a parte alongada do corpo de um osso longo.

Tróclea é um processo articular sulcado e liso que tem a forma de uma roldana.

Côndilo é um processo articular arredondado liso.

3 **Características de superfície do fêmur**



Trocanter é uma projeção grande e áspera.

Cabeça

O **colo** é uma ligação estreita entre a cabeça e a diáfise do osso.

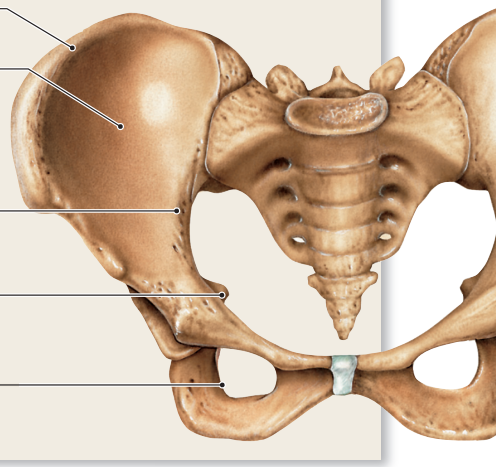
Diáfise (eixo)

Faceta é uma superfície articular pequena e lisa.

Côndilo lateral

Côndilo medial

4 **Características de superfície da pelve**



Crista é uma região proeminente localizada no ápice de um osso.

Fossa é uma depressão rasa ou recesso na superfície do osso.

Linha é uma região proeminente localizada, semelhante a uma crista, porém não tão delicada e de localização inferior ao ápice do osso.

Espinha é um processo estreito ou pontiagudo

Ramo é a extensão óssea que forma um ângulo com o restante da estrutura.

Revisão do Módulo 5.1

a. O que são características de superfície ou acidentes ósseos?

b. Identifique as quatro grandes categorias de classificação óssea de acordo com o formato.

c. Compare um tubérculo com uma tuberosidade.

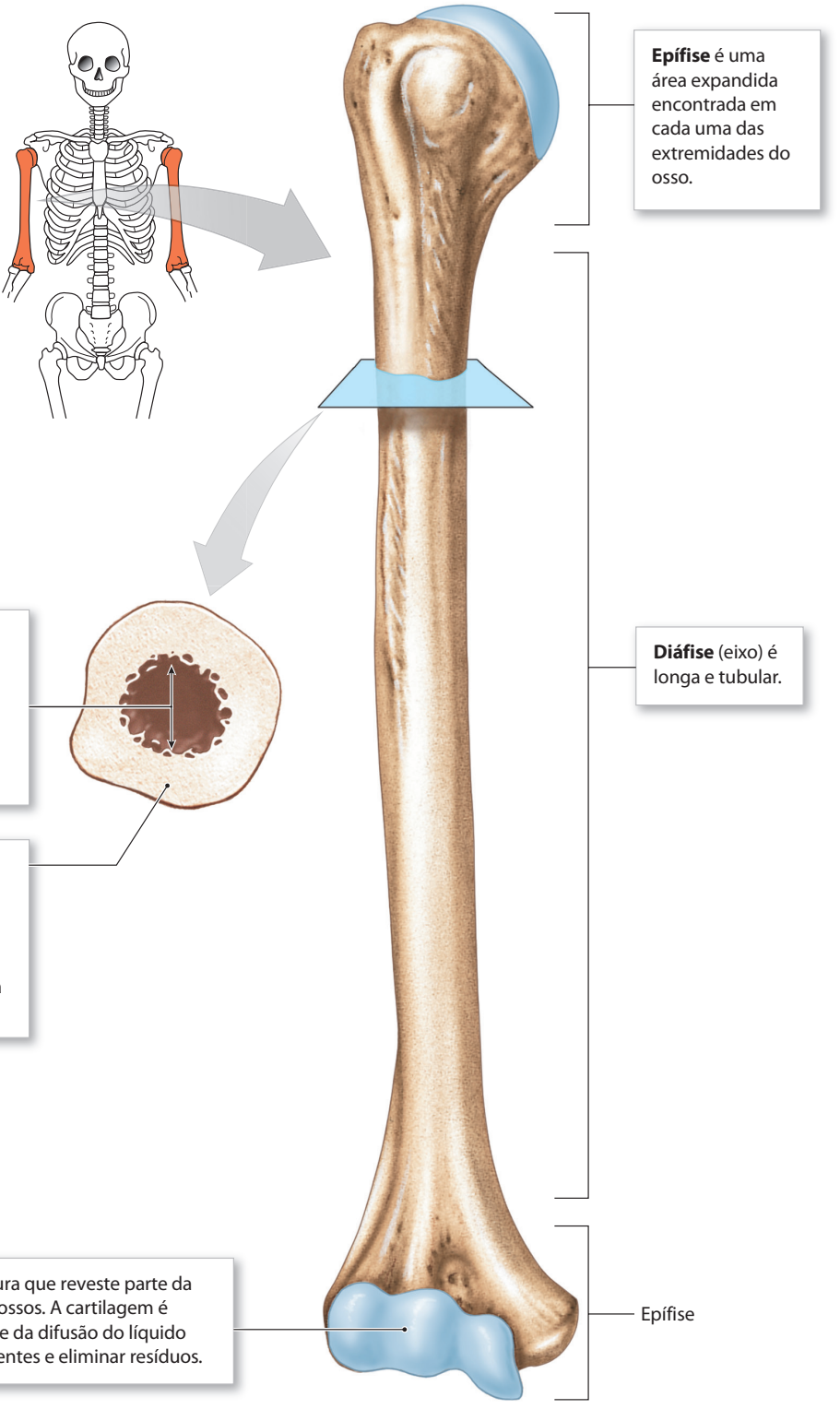
Os ossos longos têm rico suprimento sanguíneo

Aqui examinaremos vários aspectos de um osso longo típico.

Úmero

1 Esta vista anterior do úmero direito mostra sua estrutura externa, os limites das principais regiões e a localização das cartilagens articulares.

2 Esta vista em corte do úmero direito mostra a localização da cavidade medular.



Epífise é uma área expandida encontrada em cada uma das extremidades do osso.

Diáfise (eixo) é longa e tubular.

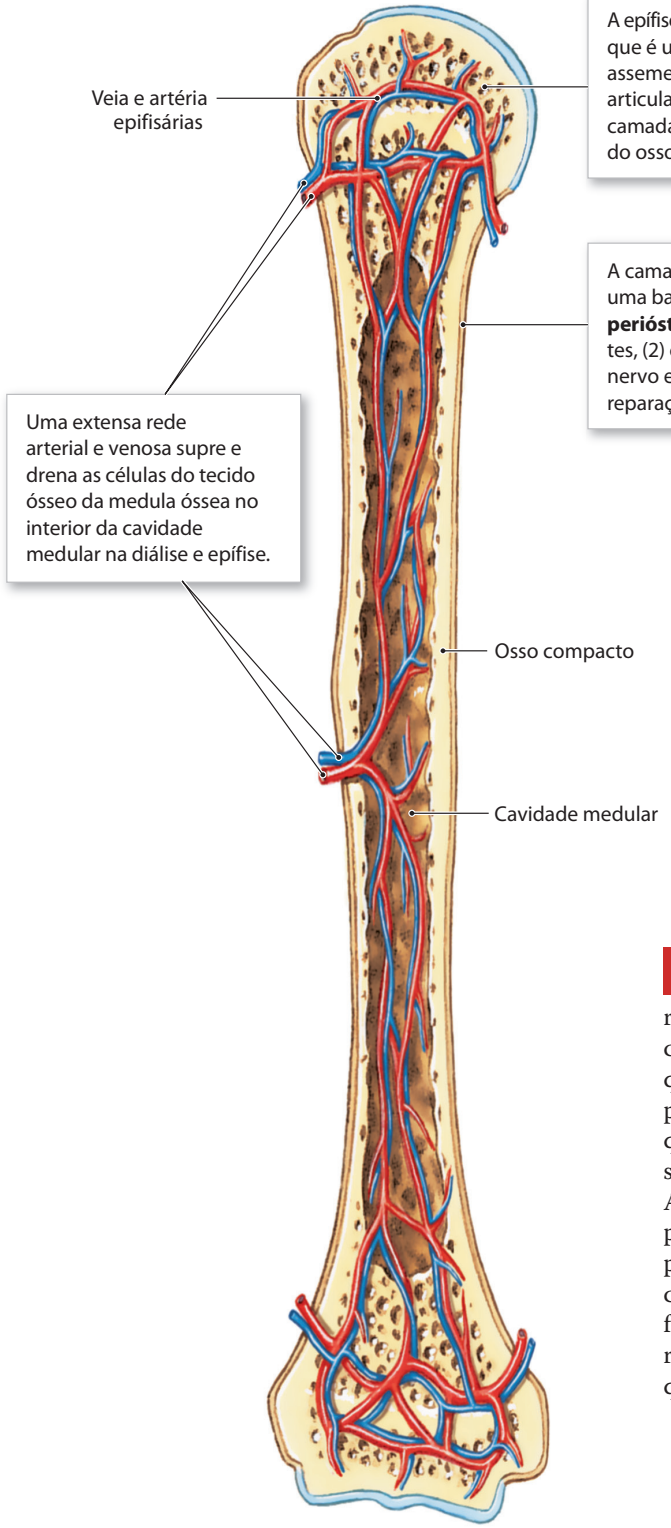
Epífise

Cavidade medular é um espaço no interior do eixo, oco. É preenchida por medula óssea, um tecido altamente vascularizado. **Medula óssea vermelha** participa da produção das células sanguíneas. **Medula óssea amarela** é um tecido adiposo, importante no armazenamento de energia.

A parede da diáfise é constituída de uma camada espessa de **osso compacto** denso. A estrutura histológica do osso compacto será analisada no Módulo 5.3. A cavidade medular é imediatamente revestida por osso esponjoso e sua estrutura será discutida no Módulo 5.4.

Cartilagem articular é uma estrutura que reveste parte da epífise, que se articula com outros ossos. A cartilagem é avascular e depende principalmente da difusão do líquido sinovial para obter oxigênio e nutrientes e eliminar resíduos.

3 O crescimento e a manutenção do osso exigem uma vascularização intensa.



4 Osso sem matriz calcificada parece normal, mas é muito flexível. Cerca de um terço do peso do osso refere-se às fibras de colágeno, e as células ósseas correspondem apenas a 2% do peso de um osso normal. Os quase dois terços restantes do peso do osso são constituídos por fosfato de cálcio, uma substância rígida, inflexível e quebradiça, encontrada em cristais. As fibras de colágeno são fortes e flexíveis, e dobram-se ao serem comprimidas. A combinação cristal-proteína produz uma estrutura forte, pouco flexível e altamente resistente. No seu conjunto de propriedades mecânicas, o osso corresponde ao melhor concreto reforçado com aço. Na realidade, o osso é funcionalmente superior ao concreto, pois pode se remodelar (ciclos de formação e reabsorção óssea) quando necessário, e se restaurar após lesão.

Revisão do Módulo 5.2

a. Liste as principais partes de um osso longo.

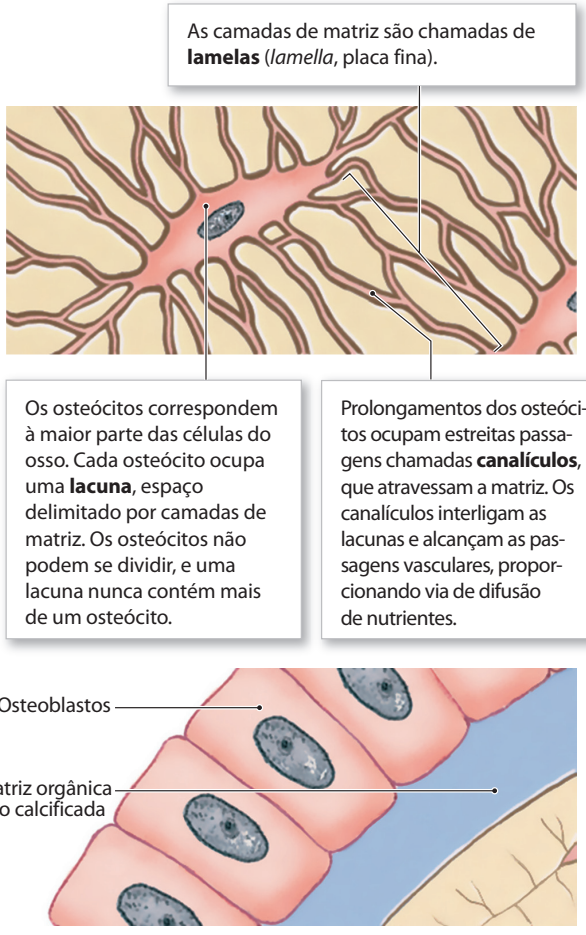
b. Descreva a função da cavidade medular.

c. Como a resistência à compressão de um osso seria afetada se a proporção de colágeno para o fosfato de cálcio fosse aumentada?

O osso tem uma matriz calcificada associada a osteócitos, osteoblastos e osteoclastos

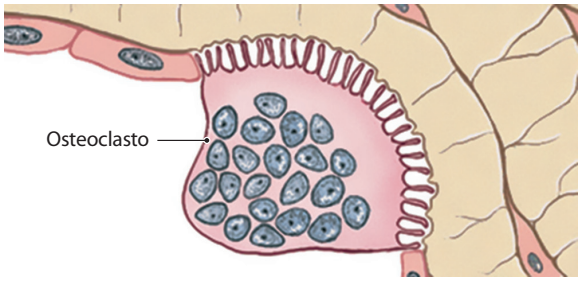
Tanto o osso compacto como o osso esponjoso contêm os mesmos três tipos de células.

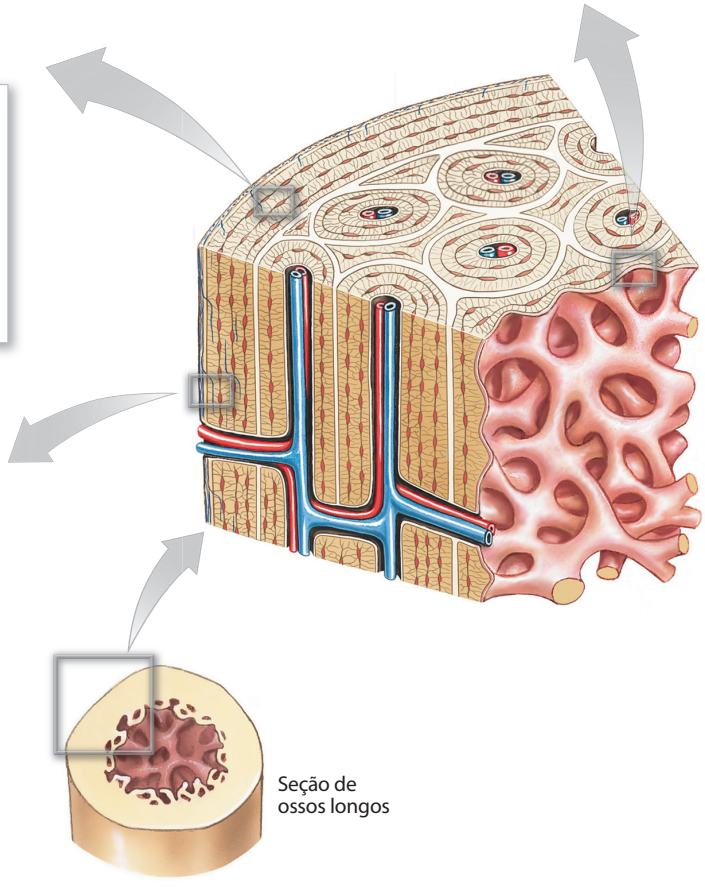
1 As células ósseas maduras chamadas **osteócitos** (*osteo-*, osso + *citos,* celular) mantêm o teor de proteínas e minerais da matriz circundante por meio do *turnover* dos componentes da matriz. Os osteócitos secretam substâncias químicas que dissolvem a matriz adjacente e os minerais liberados entram na circulação. Os osteócitos, em seguida, reconstroem a matriz, estimulando a deposição de cristais minerais. Os osteócitos também desempenham uma função na reparação de ossos danificados.



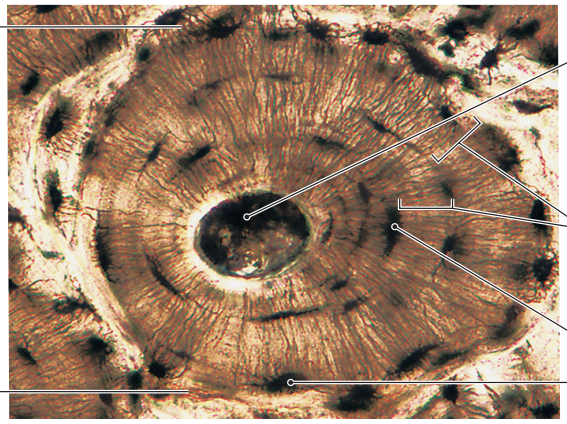
2 Os **osteoblastos** (*blasto,* broto, precursor) produzem nova matriz óssea em um processo chamado **ossificação**. Os osteoblastos produzem e liberam as proteínas e outros componentes orgânicos da matriz e também promovem a deposição de sais de cálcio na matriz orgânica do osso em formação. Os osteócitos desenvolvem-se a partir dos osteoblastos, que acabaram se tornando totalmente cercados pela matriz óssea.

3 Os **osteoclastos** (*clas*, quebra) são células que removem e reciclam a matriz óssea. São células gigantes, com 50 núcleos ou mais. Os esteoclastos se originam das mesmas células-tronco que produzem monócitos e macrófagos. Os ácidos e as enzimas proteolíticas (que digerem proteínas) secretadas por osteoclastos dissolvem a matriz e liberam os minerais armazenados no fluido intersticial. Esse processo, chamado **osteólise** (*lise*, desagregação) ou reabsorção, é importante na regulação das concentrações de cálcio e íons fosfato nos fluidos corporais.





4 A unidade funcional básica de um osso compacto maduro é o **ósteon**, ou sistema de Havers. Muitas das características importantes do ósteon foram apresentadas no Módulo 3.22 e você pode revisar antes de prosseguir.



Osso compacto LM × 375

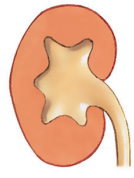
O **canal central** geralmente corre paralelo à superfície do osso. Pequenas ramificações das artérias e das veias dentro do canal central nutrem os osteócitos dentro dos ósteons e proporcionam uma via para trajeto de íons de cálcio liberados, ou para a remoção de resíduos.

Os osteócitos ocupam as **lacunas** localizadas entre as lamelas. Na preparação desta micrografia, um pequeno pedaço de osso foi reduzido por abrasão, de modo a diminuir sua espessura até o ponto em que se tornou transparente à passagem de luz para microscopia. Nesse processo, as lacunas e os canalículos são preenchidos por poeira óssea e, assim, aparecem em preto.

5 Os íons de **cálcio** desempenham funções em uma variedade de processos fisiológicos, e mesmo pequenas variações da concentração normal afetam as atividades celulares. A regulação homeostática dos níveis de íons de cálcio é comparável a um malabarismo, que equilibra as atividades dos intestinos, dos ossos e dos rins.

No intestino, íons de cálcio e fosfato são absorvidos dos alimentos. A taxa de absorção é regulada por hormônios.

Níveis de Ca^{2+} normais no plasma



Nos rins, os níveis de íons cálcio e de fosfato perdidos na urina são regulados por hormônios.

Nos ossos, os osteoblastos depositam continuamente nova matriz óssea. Ao mesmo tempo, os osteoclastos erodem a matriz existente e liberam cálcio e íons fosfato que entram na circulação. O equilíbrio entre a atividade dos osteoblastos e osteoclastos é regulado por hormônios.

Variações na concentração de cálcio dos fluidos corporais, maiores do que 30% a 35%, produzem uma desorganização no funcionamento das células musculares e dos neurônios, com resultados potencialmente letais. Entretanto, a concentração de íons de cálcio é tão rigorosamente regulada, que oscilações diárias maiores que 10% são bastante raras.

Revisão do Módulo 5.3

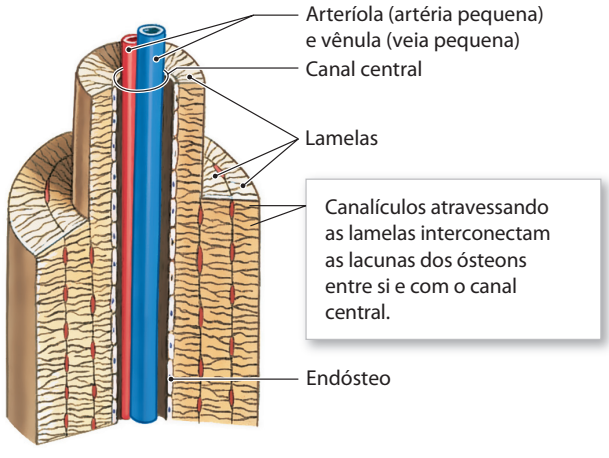
a. Defina osteócitos, osteoblastos e osteoclastos.

b. Qual é a unidade funcional básica do osso compacto maduro?

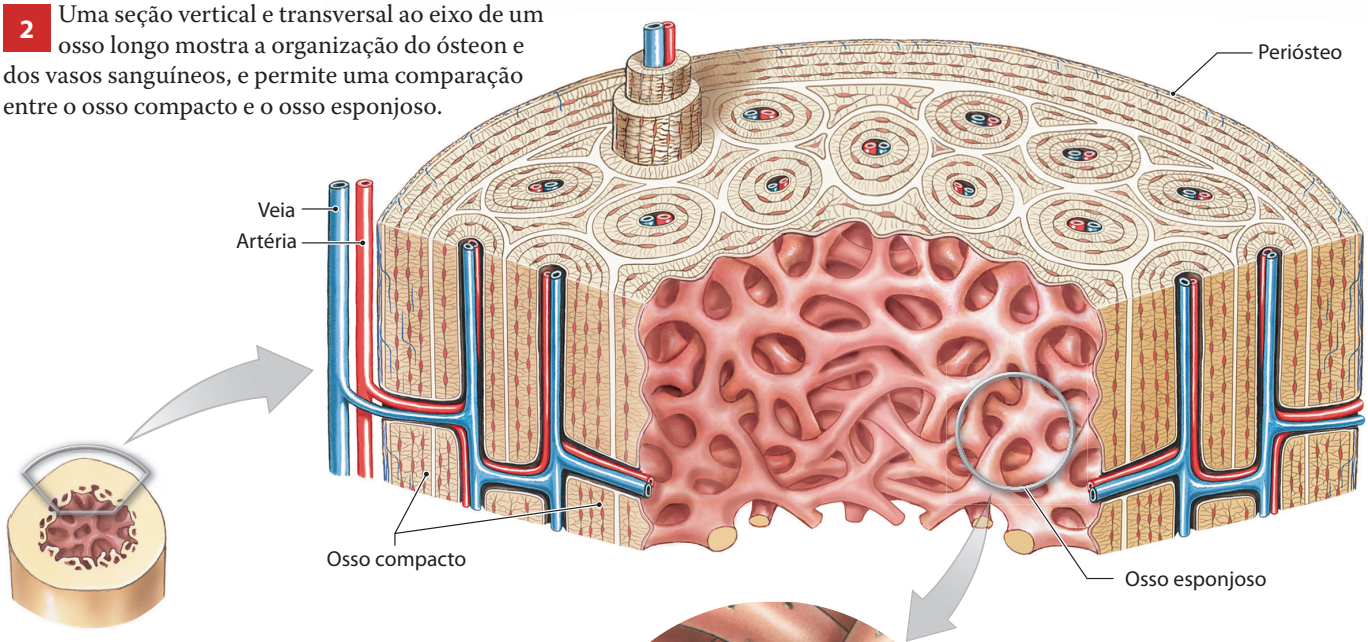
c. Se a atividade dos osteoclastos excedesse a atividade dos osteoblastos, qual seria o efeito na estrutura do osso?

O osso compacto consiste em ósteons paralelos e o osso esponjoso consiste em uma rede de trabéculas

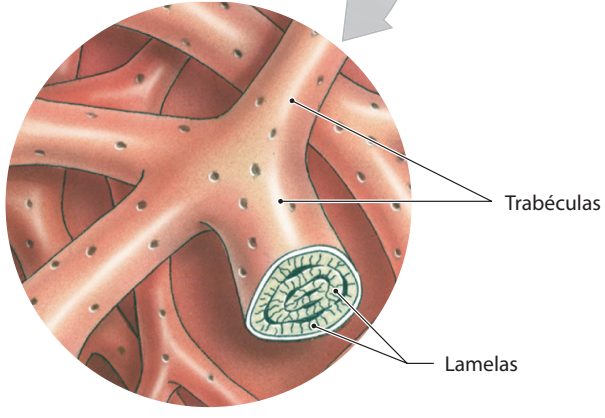
1 As lamelas de cada ósteon formam uma série de cilindros organizados ao redor do canal central. Em seção transversal, essas lamelas assemelham-se a um alvo, tendo o **canal central** como centro. Imagine um único ósteon como um canudo, com paredes muito grossas: quando você pressiona as extremidades do canudo ou puxa o canudo pelas suas extremidades no mesmo sentido do eixo, você encontra bastante resistência. Mas se você segurar as pontas e empurrar lateralmente, o canudo vai se curvar acentuadamente com relativa facilidade. Os ósteons na diáfise de um osso longo são paralelos ao eixo longo. Assim, o eixo não dobra, mesmo quando forças extremas são aplicadas a ambas as extremidades. O fêmur pode suportar de 10 a 15 vezes o peso do corpo sem se romper. No entanto, uma força muito menor aplicada lateralmente ao eixo pode quebrar qualquer osso longo, mesmo o fêmur.



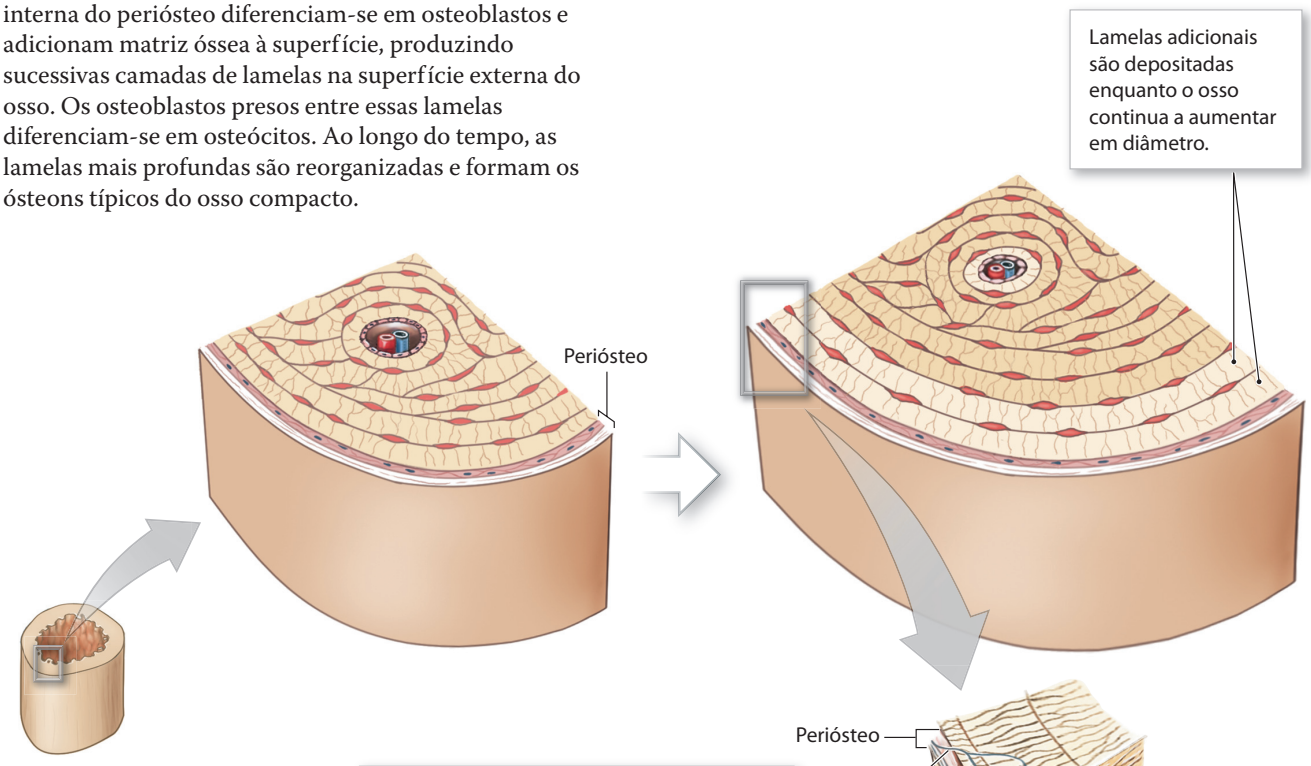
2 Uma seção vertical e transversal ao eixo de um osso longo mostra a organização do ósteon e dos vasos sanguíneos, e permite uma comparação entre o osso compacto e o osso esponjoso.

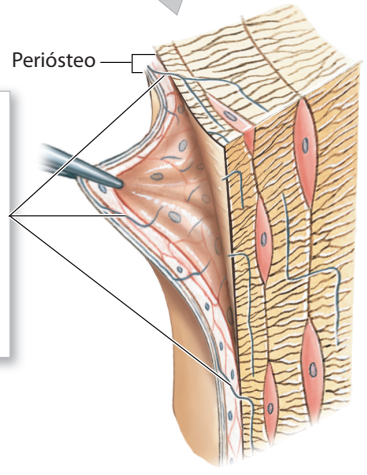


3 O osso esponjoso está localizado nas regiões de menor sobrecarga mecânica (próximo da cavidade medular) ou em locais que sofrem ação de forças exercidas em direções (epífises). A matriz do osso esponjoso forma suportes e placas denominadas **trabéculas**. Não há vasos sanguíneos na matriz óssea e os nutrientes chegam aos osteócitos por difusão ao longo dos canalículos. Por ser mais leve que o osso compacto, o osso esponjoso reduz o peso do esqueleto, facilitando a ação muscular na execução de movimentos.



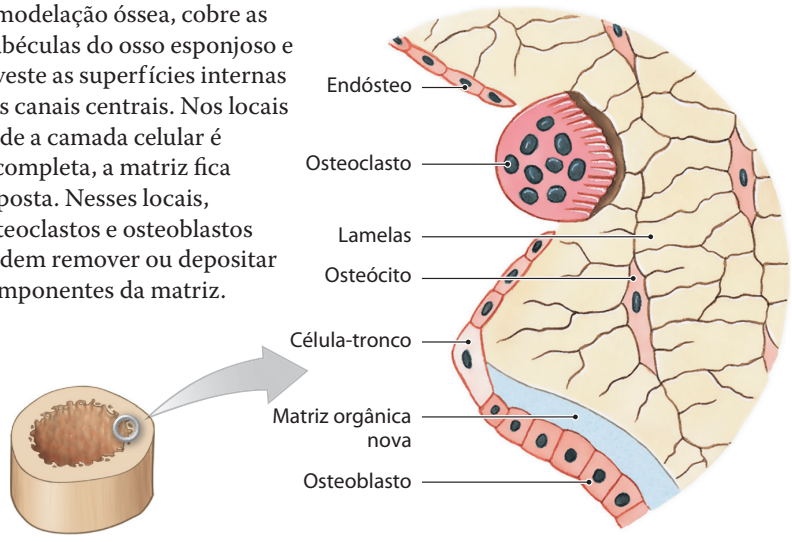
4 O diâmetro de um osso aumenta com o **crescimento aposicional** na superfície externa. No crescimento aposicional, as células na camada interna do periósteo diferenciam-se em osteoblastos e adicionam matriz óssea à superfície, produzindo sucessivas camadas de lamelas na superfície externa do osso. Os osteoblastos presos entre essas lamelas diferenciam-se em osteócitos. Ao longo do tempo, as lamelas mais profundas são reorganizadas e formam os ósteons típicos do osso compacto.





À medida que o osso cresce, fibras de colágeno dos tendões, ligamentos e cápsulas articulares são cimentadas às lamelas. Estas são denominadas **fibras perfurantes**, e esse método de fixação é extremamente forte. Trações excessivamente intensas sobre um tendão ou ligamento geralmente fraturarão um osso, antes de romper as fibras de colágeno na superfície óssea.

5 O **endósteo** é uma camada celular incompleta que reveste a cavidade medular. Essa camada, que é ativa durante crescimento, reparação e remodelação óssea, cobre as trabéculas do osso esponjoso e reveste as superfícies internas dos canais centrais. Nos locais onde a camada celular é incompleta, a matriz fica exposta. Nesses locais, osteoclastos e osteoblastos podem remover ou depositar componentes da matriz.



Revisão do Módulo 5.4

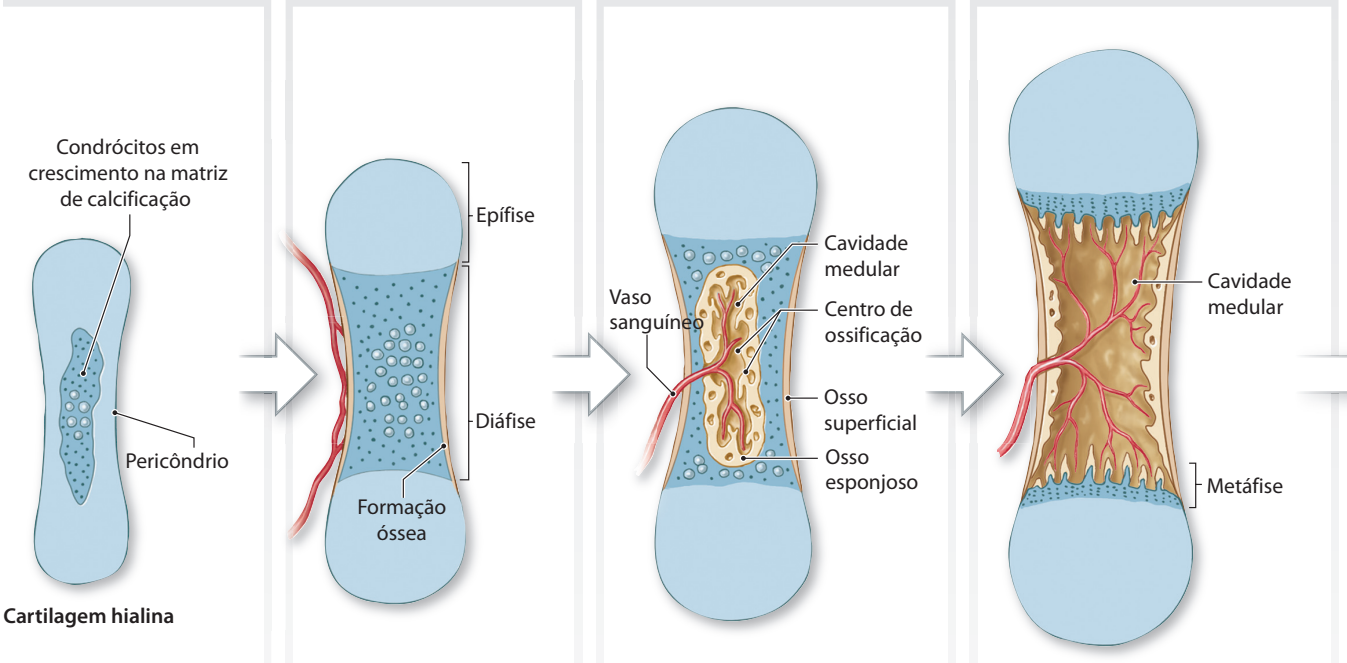
a. Defina crescimento aposicional.

b. Diferencie periósteo e endósteo.

c. Uma amostra de osso tem lamelas que não estão dispostas em ósteons. É mais provável que a amostra seja de uma epífise ou de uma diáfise?

O método mais comum de formação óssea envolve a substituição de cartilagem por tecido ósseo

Quando se inicia a formação óssea no embrião, todos os elementos do esqueleto existentes são cartilaginosos. Essas cartilagens são gradualmente substituídas por osso por meio do processo de **ossificação endocondral** (*endo-*, dentro + *condros*, cartilagem). Esta sequência ilustra as principais etapas da ossificação endocondral. Esse processo começa com uma pequena cartilagem que é, basicamente, um modelo em miniatura do osso correspondente do esqueleto adulto. Ao longo da sua formação, o osso cresce em comprimento e diâmetro. O aumento de diâmetro envolve crescimento aposicional.

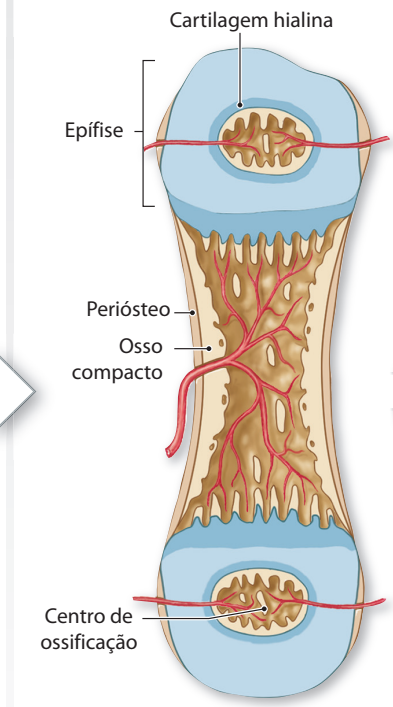


1 À medida que a cartilagem cresce, os condrócitos próximos ao centro do eixo aumentam consideravelmente de tamanho. A matriz é reduzida a uma série de pequenas escoras que em breve serão calcificadas. Os condrócitos que aumentaram de tamanho morrem e desintegram-se, deixando cavidades no interior da cartilagem.

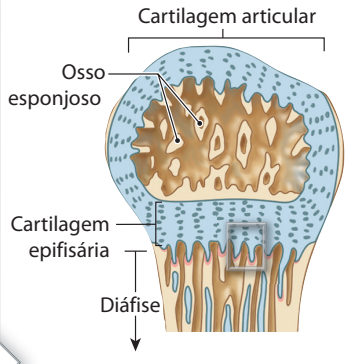
2 Os vasos sanguíneos crescem circundando as margens da cartilagem e células do pericôndrio diferenciam-se em osteoblastos. O eixo da cartilagem torna-se encapsulado por uma camada óssea superficial.

3 Vasos sanguíneos penetram na cartilagem e invadem a região central. Os fibroblastos, migrando no interior dos vasos sanguíneos, diferenciam-se em osteoblastos e passam a produzir osso esponjoso em um **centro de ossificação**. Em seguida, a formação óssea avança ao longo do eixo em direção a ambas as extremidades.

4 A remodelagem ocorre à medida que o crescimento continua, criando uma cavidade medular. O tecido ósseo da diáfise torna-se mais espesso e a cartilagem próxima à região de cada epífise é substituída por hastes ósseas. Outros aspectos do crescimento envolvem aumento de comprimento e diâmetro.



5 Capilares e osteoblastos migram para dentro das epífises, criando centros de ossificação nessas áreas.



6 Rapidamente as epífises são preenchidas por osso esponjoso. A cartilagem articular permanece exposta na cavidade articular. Ao longo do desenvolvimento a cartilagem articular ficará reduzida a uma camada superficial delgada. A **cartilagem epifisária** separa a epífise da diáfise e é também definida como placa de crescimento de um osso longo.

Na puberdade, a combinação do aumento dos níveis de hormônios sexuais, hormônio do crescimento e hormônios da tireoide estimula acentuadamente o crescimento ósseo. A velocidade de produção de tecido ósseo pelos osteoblastos passa a ser maior do que a capacidade dos condrócitos de produzir nova cartilagem epifisária. Como resultado, os osteoblastos "alcançam" os condrócitos e a cartilagem epifisária vai se tornando cada vez mais estreita, até que, finalmente, desaparece. O término do crescimento epifisário é chamado de fechamento epifisário. Nos adultos, o local que a cartilagem ocupava é quase sempre detectado em raios x como uma **linha epifisária** diferenciada, que permanece após o término do crescimento epifisário.

7 Na 16ª semana, a maioria dos ossos do esqueleto adulto pode ser identificada, e a ossificação endocondral está ocorrendo. Entretanto, os ossos planos formam-se de um modo diferente. A **ossificação intramembranosa** começa quando as células-tronco se diferenciam em osteoblastos dentro de um tecido conjuntivo fibroso ou embrionário. Isso ocorre geralmente nas camadas mais profundas da derme, e os ossos resultantes desse processo são frequentemente chamados de **ossos membranosos**. Exemplos incluem ossos do crânio, da mandíbula e da clavícula. Ossos membranosos podem também se formar no interior de tendões: a patela (rótula) é um exemplo.

Revisão do Módulo 5.5

a. Descreva a ossificação endocondral.

b. Durante a ossificação intramembranosa, que tipo de tecido é substituído por osso?

c. De que maneira raios x de fêmur poderiam ser usados para determinar se uma pessoa alcançou sua altura máxima?

Anormalidades de crescimento e desenvolvimento ósseo produzem sinais físicos perceptíveis

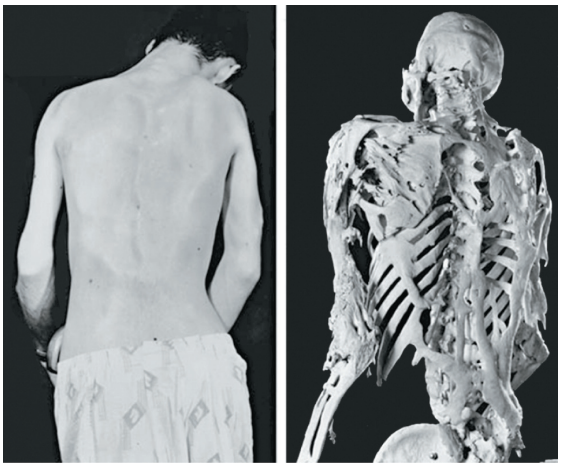
Uma variedade de problemas do sistema endócrino ou metabólico pode resultar em crescimento esquelético atípico. Abordamos aqui algumas patologias que afetam o esqueleto como um todo.

1 No **nanismo hipofisário**, a produção inadequada do hormônio do crescimento causa redução da atividade dos condrócitos da cartilagem epifisária e ossos anormalmente curtos. Essa condição está se tornando cada vez mais rara nos Estados Unidos porque as crianças podem ser tratadas com hormônio de crescimento humano, sintetizado em laboratório.

2 A **acondroplasia** resulta de atividade epifisária anormal. Nesse caso, as cartilagens epifisárias dos ossos longos crescem de forma anormalmente lenta e são substituídas por osso no início da vida. Como resultado, o indivíduo desenvolve membros curtos e fortes, porém o tronco é de tamanho normal, e o desenvolvimento sexual e mental permanecem inalterados.

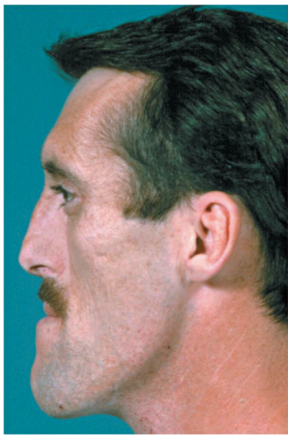
3 Várias condições metabólicas hereditárias afetam muitos sistemas e influenciam o crescimento e o desenvolvimento do sistema esquelético. Essas patologias produzem variações características nas proporções do corpo. Por exemplo, indivíduos com **síndrome de Marfan** são geralmente muito altos e apresentam membros longos e esguios, em decorrência da formação excessiva de cartilagem epifisária. Embora esta seja uma distinção física óbvia, as proporções corporais características não representam o maior risco da doença: a mutação subjacente afeta a estrutura do tecido conjuntivo por todo o corpo, frequentemente causando problemas cardiovasculares mais graves.

4 O **gigantismo** resulta de uma produção excessiva de hormônio do crescimento antes da puberdade. Os indivíduos podem atingir alturas de mais de 2,7 m e pesos superiores a 200 kg. Geralmente ocorre atraso da puberdade e as características faciais em adultos assemelham-se àquelas da acromegalia.



5 Sob condições anômalas, células-tronco de qualquer tecido conjuntivo podem se diferenciar em osteoblastos, que começam a produzir osso. O indivíduo do lado esquerdo da figura apresenta **fibrodisplasia ossificante progressiva (FOP)**, uma doença rara causada pela mutação de um único gene que causa a deposição de osso ao redor dos músculos esqueléticos. A imagem à direita mostra a extensão do processo de ossificação anormal que pode ocorrer nessa patologia. Os ossos que se desenvolvem em lugares incomuns são chamados de **ossos heterotópicos** (*hetero*, diferente), ou **ectópicos** (*ektos*, fora). Não há nenhum tratamento eficaz para essa doença dolorosa e debilitante, e os pacientes raramente ultrapassam a quarta década de vida.

6 Elevações excessivas nos níveis de hormônio do crescimento depois do fechamento das cartilagens epifisárias não interferem mais no crescimento, que já se completou, mas causam espessamento ósseo, especialmente na região da face, mandíbula e mãos. O crescimento da cartilagem e as alterações na estrutura dos tecidos moles ocasionam mudanças nas características físicas, por exemplo, modificações nos contornos da face. Essas alterações físicas ocorrem na doença chamada **acromegalia**.



Revisão do Módulo 5.6

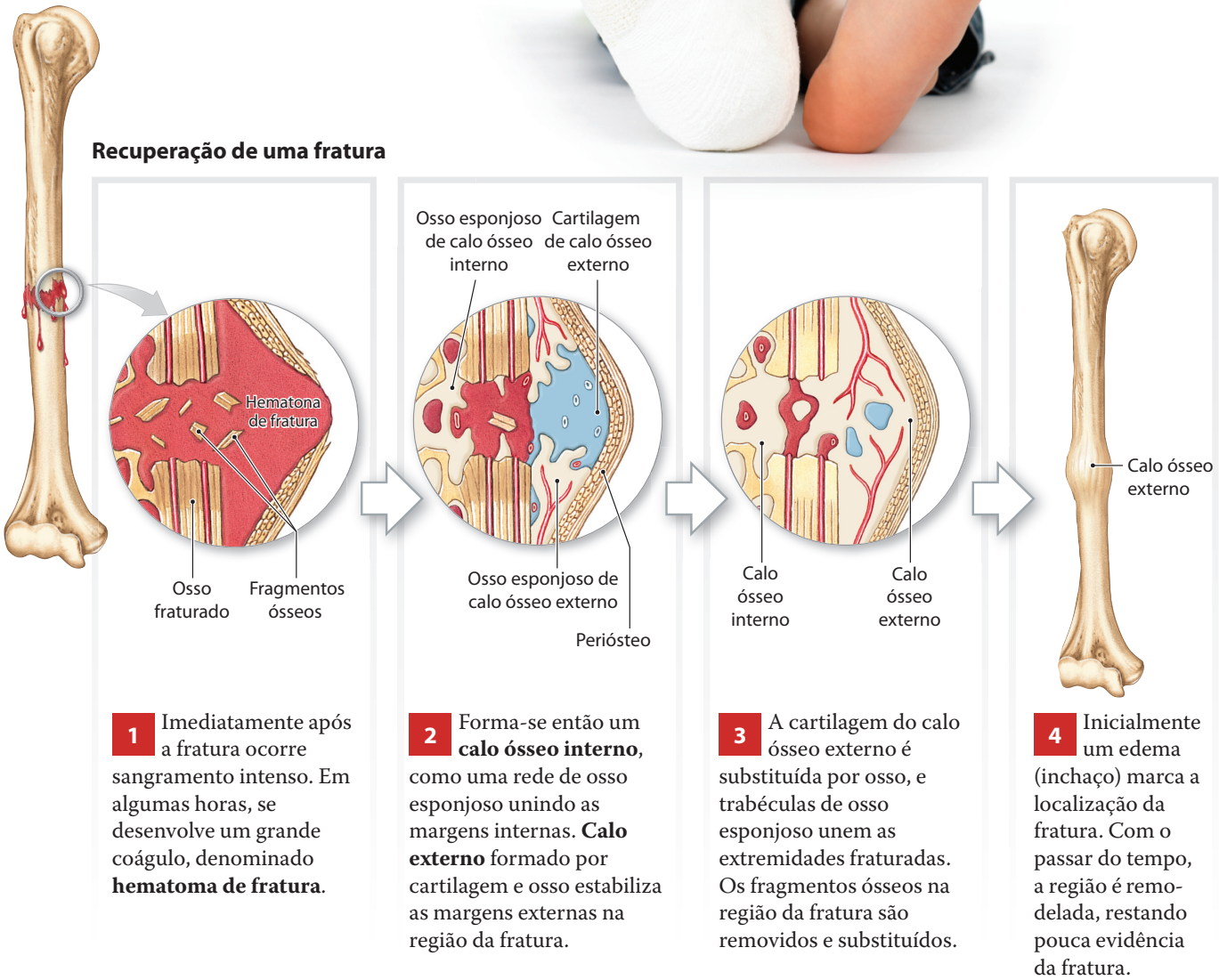
a. Descreva a síndrome de Marfan.

b. Compare gigantismo e acromegalia.

c. Por que o nanismo hipofisário é menos comum nos Estados Unidos hoje em dia?

Fratura é uma fissura ou uma ruptura completa do osso

Apesar da resistência conferida pela sua estrutura mineral, o osso pode rachar ou até mesmo quebrar se for submetido a cargas extremas, impactos súbitos ou forças aplicadas em direção oblíqua. A lesão é denominada **fratura**. Em geral, a maioria das fraturas, mesmo as mais graves, pode ser consolidada, desde que o suprimento de sangue seja mantido e os componentes celulares do endósteo e do periósteo sejam preservados.



1 Imediatamente após a fratura ocorre sangramento intenso. Em algumas horas, se desenvolve um grande coágulo, denominado **hematoma de fratura**.

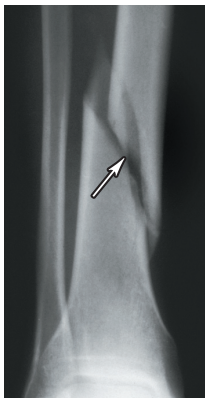
2 Forma-se então um **calo ósseo interno**, como uma rede de osso esponjoso unindo as margens internas. **Calo externo** formado por cartilagem e osso estabiliza as margens externas na região da fratura.

3 A cartilagem do calo ósseo externo é substituída por osso, e trabéculas de osso esponjoso unem as extremidades fraturadas. Os fragmentos ósseos na região da fratura são removidos e substituídos.

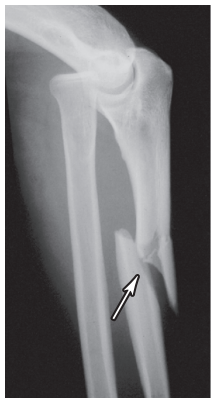
4 Inicialmente um edema (inchaço) marca a localização da fratura. Com o passar do tempo, a região é remodelada, restando pouca evidência da fratura.

Tipos de fraturas

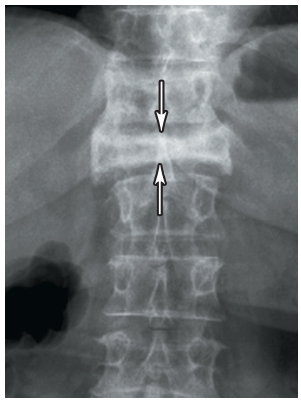
Fraturas transversas são rupturas transversas ao eixo longo do osso, como nesta fratura de ulna.



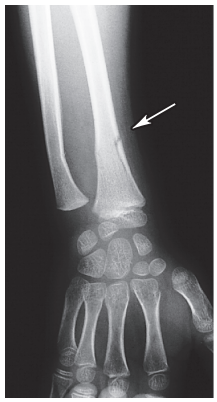
Fraturas em espiral são produzidas por forças de torção propagadas na extensão do eixo longo do osso, como nesta fratura da tíbia.



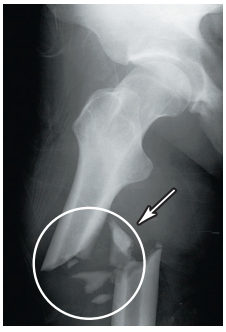
Fraturas deslocadas produzem alinhamentos ósseos anômalos. Nas **fraturas não deslocadas**, o alinhamento dos ossos, ou dos fragmentos ósseos, é mantido.



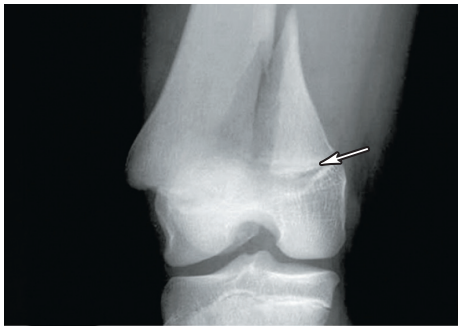
Fraturas por compressão, como esta fratura de tíbia, ocorrem nas vértebras submetidas a sobrecarga intensa, por exemplo, ao sentar-se em consequência de uma queda.



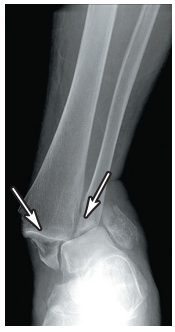
Nas **fratura em galho verde**, como esta no rádio, apenas um lado da haste é fraturado, enquanto o outro é dobrado. Este tipo de fratura geralmente ocorre em crianças, cujos ossos longos não se ossificaram por completo.



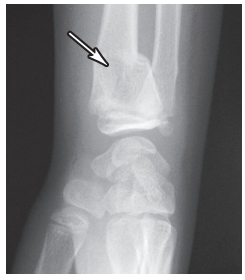
Nas **fraturas cominutivas**, como esta fratura de fêmur, ocorre estilhaço do osso em múltiplos fragmentos.



Fraturas epifisárias, como esta fratura de fêmur, tendem a ocorrer quando a matriz óssea está sendo calcificada e os condrócitos estão em apoptose (morte celular). O processo de cicatrização de fraturas transversas ao longo desta linha geralmente não apresenta dificuldades. Caso não sejam cuidadosamente tratadas, fraturas entre a epífise e a cartilagem epifisária podem cessar o crescimento nessa região.



A **fratura de Pott** ocorre no tornozelo e acomete os dois ossos da perna (a tíbia e a fíbula).



A **fratura de Colles**, uma ruptura na porção distal do rádio, geralmente acontece na tentativa de se amortecer uma queda.

5 As fraturas são denominadas em função de vários critérios, incluindo a sua aparência externa e localização, bem como a natureza da fissura ou ruptura. Os principais tipos de fraturas são ilustrados aqui por meio de exames de raios x. Amplamente, classificam-se em fraturas simples e fraturas expostas. As **fraturas simples (fechadas)** são internas e podem ser vistas apenas em raios x, porque não envolvem laceração da pele. As **fraturas compostas (expostas)** projetam-se através da pele e são evidentes na avaliação. Oferecem mais riscos em relação às fraturas simples pela possibilidade de infecção ou hemorragia livre e intensa. Muitas fraturas recebem mais de uma classificação, porque os termos se sobrepõem.

Revisão do Módulo 5.7

a. Defina fratura exposta e fratura simples.

b. Liste as etapas envolvidas na recuperação de uma fratura, começando logo após a sua ocorrência.

c. Durante a recuperação de uma fratura, em que momento o calo ósseo externo se forma?

1. Vocabulário

Escreva no espaço o termo para cada uma das seguintes definições.

a _____ Ossos com formas complexas

b _____ Extremidades expandidas de um osso longo

c _____ Depressão rasa na superfície de um osso

d _____ Espaço central no interior de um osso

e _____ Matriz de osso esponjoso em forma de placa e haste

f _____ Células que removem e reciclam a matriz óssea

g _____ Tipo de fratura que resulta em muitos fragmentos ósseos

h _____ Tecido que separa a epífise e a diáfise de um osso em crescimento

i _____ Unidade funcional básica de um osso compacto

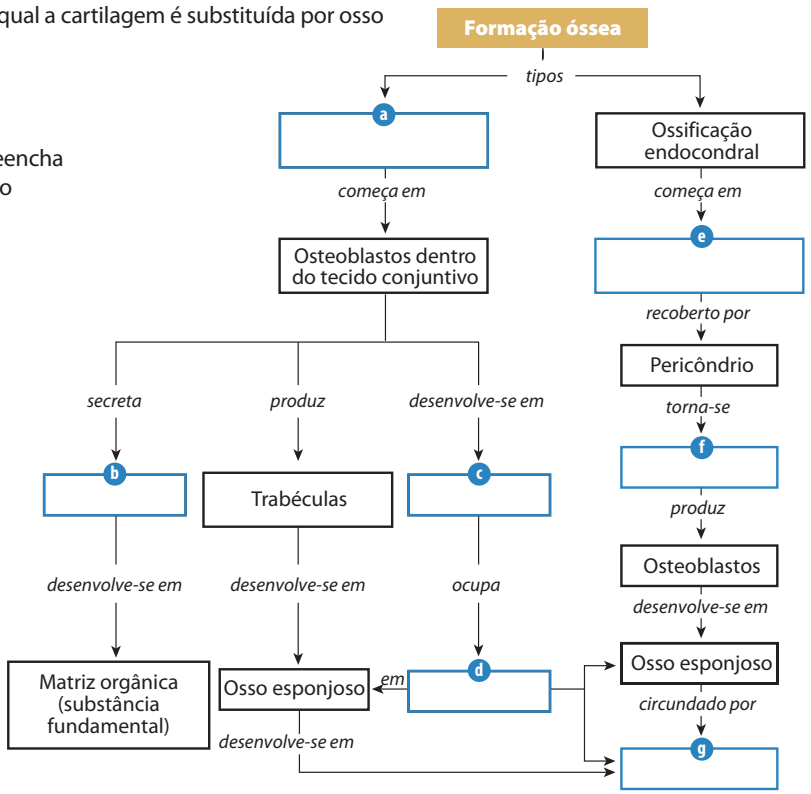
j _____ Tipo de crescimento ósseo que aumenta o diâmetro do osso

k _____ Processo pelo qual a cartilagem é substituída por osso

2. Mapa conceitual

Utilizando os termos seguintes apenas uma vez, preencha os espaços em branco, completando corretamente o mapa conceitual da formação óssea.

- Lacunas
- Osteócitos
- Colágeno
- Ossificação intramembranosa
- Osso compacto
- Periósteo
- Cartilagem hialina



3. Integração de seções

Enquanto brincava em seu balanço, Rebeca, 10 anos de idade, caiu e fraturou a perna direita. Na sala de emergência, o médico disse aos seus pais que a extremidade proximal da tíbia, onde a epífise encontra a diáfise, foi fraturada. A fratura foi reduzida corretamente e foi curada. Rebeca agora está com 18 anos e descobriu, durante um exame de rotina, que sua perna direita é 2 centímetros mais curta do que a esquerda. O que pode explicar essa diferença? _____

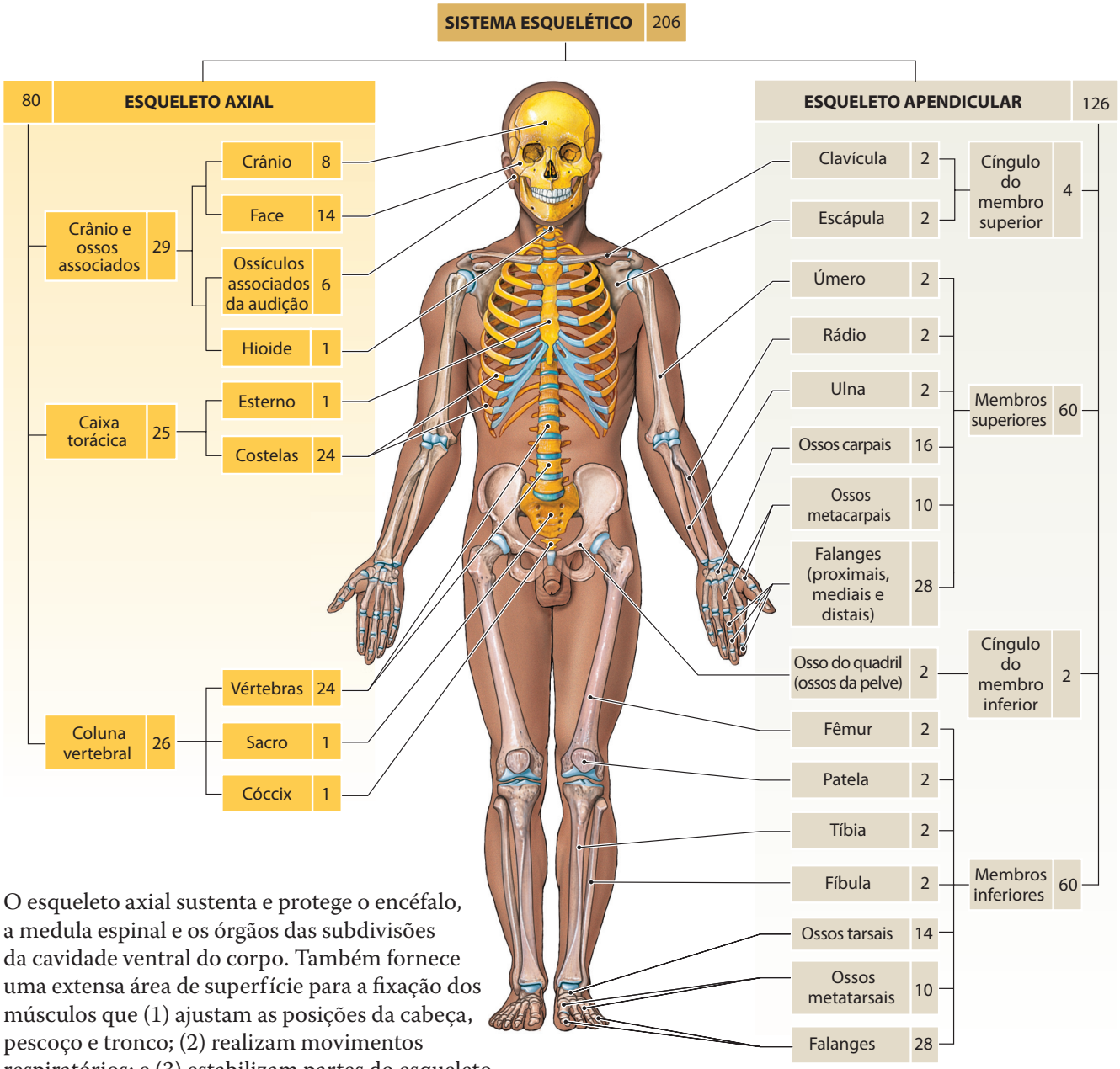
_____

_____

_____

Esqueleto

O **esqueleto axial** forma o eixo longitudinal do corpo. Essa divisão do sistema esquelético inclui o crânio e os ossos associados, a caixa torácica, a coluna vertebral e várias cartilagens. O **esqueleto apendicular** inclui os ossos dos membros superiores e inferiores e os elementos de suporte do cíngulo (ou cintura), que os conectam ao tronco.



O esqueleto axial sustenta e protege o encéfalo, a medula espinal e os órgãos das subdivisões da cavidade ventral do corpo. Também fornece uma extensa área de superfície para a fixação dos músculos que (1) ajustam as posições da cabeça, pescoço e tronco; (2) realizam movimentos respiratórios; e (3) estabilizam partes do esqueleto apendicular que sustenta os membros. As descrições desta seção enfatizarão as características de superfície que apresentam maior importância funcional (como os locais de fixação para os músculos esqueléticos e os trajetos de nervos e vasos sanguíneos), e/ou características que delimitam áreas e permitem a localização de outras estruturas do corpo.

Os ossos do viscerocrânio ocupam a parte anterior do crânio e os ossos do neurocrânio, a superfície posterior

1 Vamos começar examinando o crânio em sua vista anterior. Se considerarmos o crânio como a "casa" do encéfalo, os ossos do viscerocrânio, pela mesma analogia, seriam a "varanda da frente". O crânio contém 22 ossos: 8 do crânio e 14 do viscerocrânio.

Ossos do viscerocrânio

Os **ossos do viscerocrânio** protegem e sustentam as entradas para os aparelhos digestório e respiratório. Também proporcionam áreas para a fixação dos músculos que controlam as expressões faciais e atuam na alimentação.

Os **ossos nasais** sustentam a porção superior do dorso do nariz. Estão conectados às cartilagens que sustentam a porção distal do nariz.

Os **ossos lacrimais** formam parte da parede medial da órbita.

Os **ossos palatinos** formam a porção posterior do palato ósseo e contribuem na formação da perda inferior da órbita.

Os **ossos zigomáticos** contribuem para a formação da margem e da parte lateral da órbita, e constituem a parte óssea, subjacente ao que se chamamos geralmente de "maçãs da face" (fazem parte da bochecha).

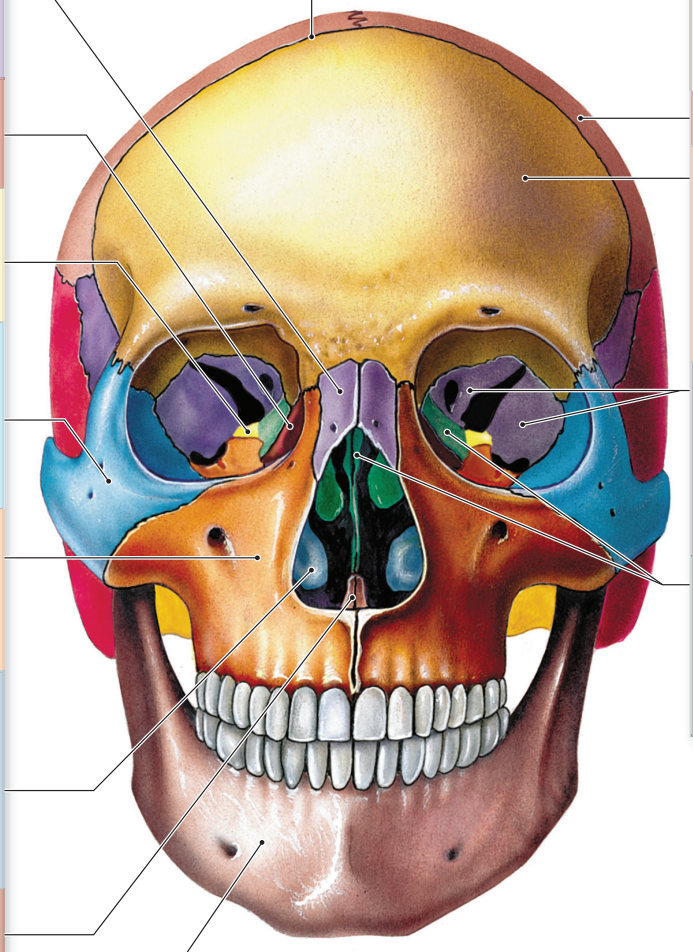
As **maxilas** sustentam os dentes superiores e formam a margem inferior da órbita, parte da margem óssea do nariz, e a maior parte do palato ósseo.

A **concha nasal inferior** cria turbulência na passagem do ar através da cavidade nasal e constitui também uma ampliação da área da superfície epitelial para promover o aquecimento e a umidificação do ar inalado.

O **vômer** forma a porção inferior da parte óssea do septo nasal.

A **mandíbula** sustenta os dentes inferiores e articula-se com o osso temporal.

Sutura coronal
(ver próxima página para descrição)



Ossos do neurocrânio

Os **ossos do neurocrânio** formam a **calvária**, que protege o encéfalo. Vasos sanguíneos, nervos e membranas que estabilizam a posição do encéfalo estão ligados à superfície interna do crânio. Sua superfície externa oferece uma extensa área para a fixação dos músculos que movimentam o bulbo do olho, a mandíbula e a cabeça.

Osso parietal

O **osso frontal** forma a porção anterior do crânio e do teto da órbita. As secreções mucosas dos seios frontais, no interior deste osso, ajudam a limpar as superfícies das cavidades nasais.

O **esfenoide** faz parte da base do crânio, une os ossos cranianos e faciais e atua como esteio cruzado, apoiando e reforçando as laterais do crânio.

O **etmoide** constitui a parte anteromedial da base do crânio, o teto da cavidade nasal, parte do septo nasal e da parede medial da órbita.

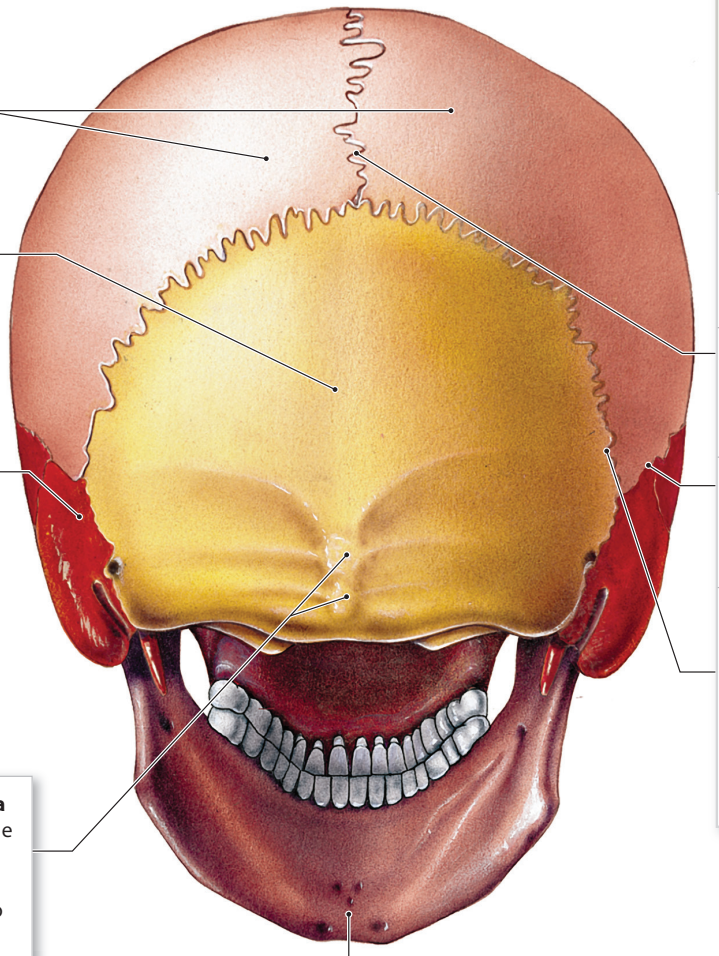
2 Enquanto a parte anterior é constituída principalmente pelos ossos da face, a vista posterior é constituída por ossos da calvária. Importantes referências anatômicas podem ser identificadas nos ossos occipital e temporal. Os ossos occipital, parietal e frontal formam a calvária.

Ossos da calvária

Os **ossos parietais**, dispostos bilateralmente, formam as superfícies superior e lateral do crânio.

O **osso occipital** contribui para as superfícies posterior, lateral e inferior (base) do crânio.

O **osso temporal**, em ambos os lados, (1) faz parte da parede lateral do crânio e articula-se com ossos da face, (2) articula-se com a mandíbula, (3) contém e protege os órgãos dos sentidos da orelha interna e (4) é local de fixação para os músculos que movimentam a mandíbula e a cabeça.



A **crista occipital externa** estende-se inferiormente e marca a fixação de um ligamento que ajuda a estabilizar as vértebras do pescoço (cervicais).

Mandíbula

Suturas

À exceção da articulação da mandíbula com o osso temporal, as articulações entre os ossos do crânio de adultos são imóveis e chamadas **suturas**. Nas suturas, os ossos são unidos firmemente por tecido conjuntivo fibroso denso.

A **sutura coronal** (veja página anterior) une o osso frontal aos ossos parietais de ambos os lados.

A **sutura sagital** estende-se da sutura lambdóidea à sutura coronal, entre os ossos parietais.

A **sutura escamosa** define o limite entre o osso temporal e o osso parietal bilateralmente.

A **sutura lambdóidea** (*lambda*, + *eidos*, forma) forma um arco em toda a superfície posterior do crânio (apresentando formato semelhante ao da letra grega *lambda* λ). Essa sutura une o osso occipital aos dois ossos parietais.

Revisão do Módulo 5.8

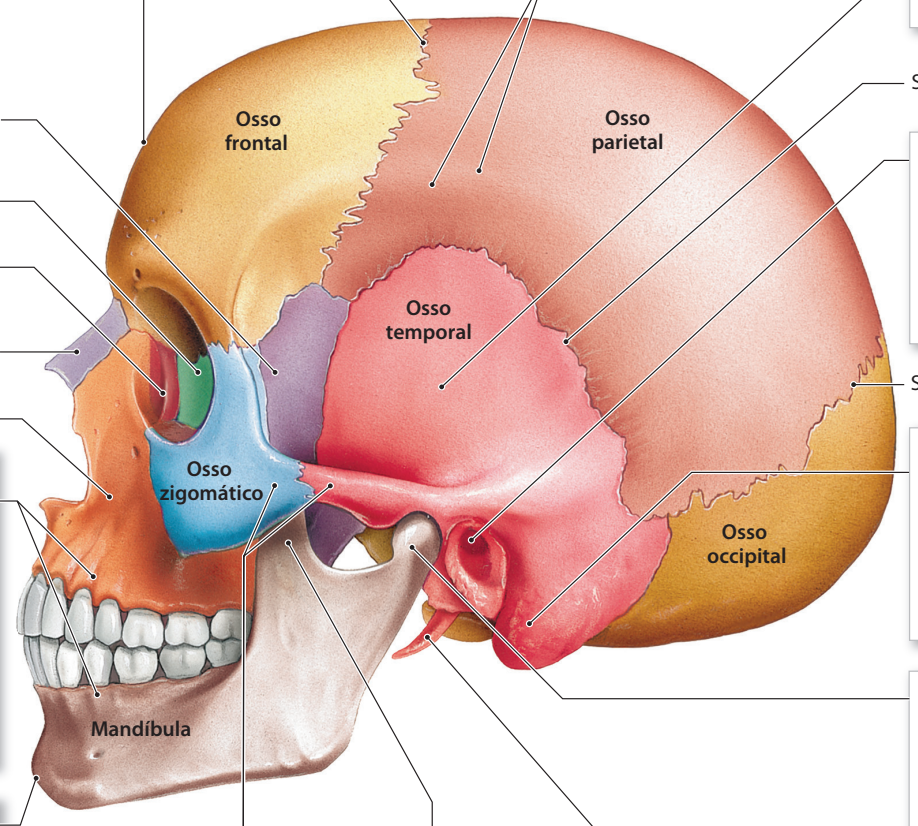
a. Identifique os ossos da face.

b. Daniel sofreu um traumatismo crânioencefálico, com fratura da superfície lateral superior direita do seu crânio. Qual osso foi fraturado?

c. Classifique os seguintes ossos como pertencentes ao grupo de ossos da face ou do crânio: vômer, etmoide, esfenoide, temporal e conchas nasais inferiores.

As características da superfície do crânio são referências funcionais

1 Esta vista lateral do crânio mostra como os principais ossos estão unidos e apresenta características importantes do ossos do crânio e da face.



A **escama frontal**, ou fronte, forma a porção superoanterior do crânio e proporciona uma área de superfície para a fixação de músculos da face.

As **linhas temporais superior** e **inferior** são linhas rebaixadas que marcam os locais de fixação do músculo temporal, um músculo grande que eleva a mandíbula.

A **parte escamosa** do osso temporal é a superfície irregular convexa que constitui a margem da sutura escamosa.

O **meato acústico externo** é um canal que se estende desde a superfície lateral até a membrana timpânica (tímpano).

O **processo mastoide** é um local de fixação para os músculos que executam a rotação e a inclinação da cabeça para trás, como quando se olha para cima.

O **processo condilar** (da mandíbula) articula-se com o osso temporal na articulação temporomandibular.

Os **processos alveolares** são regiões da maxila e da mandíbula que delimitam a cavidade oral e articulam-se aos dentes superiores e inferiores, respectivamente, servindo de sustentação e fixação.

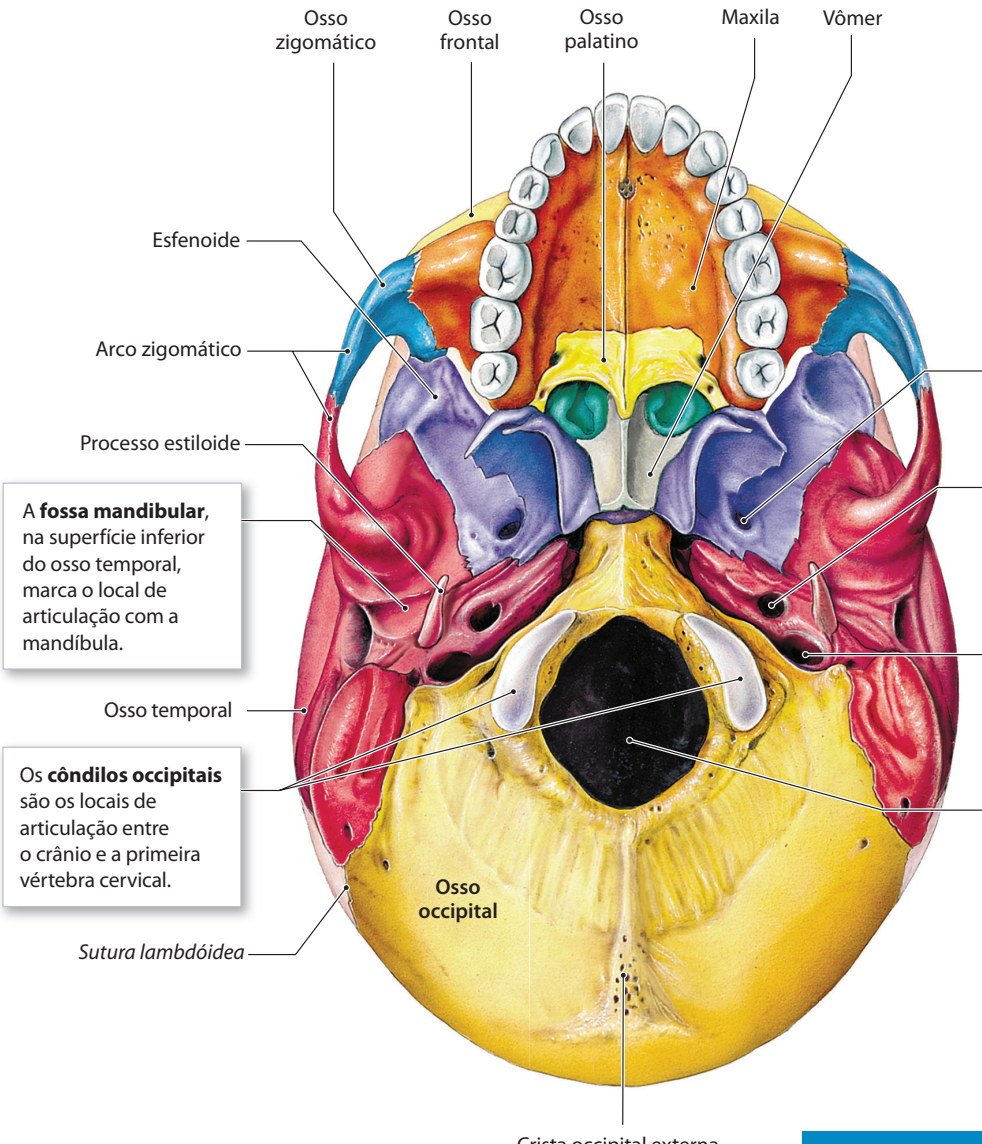
A **protuberância mentual** (*mentalis*, queixo) é o local de fixação para vários músculos da face.

O **processo zigomático** do osso temporal, inferior à porção escamosa, articula-se com o processo temporal do osso zigomático. Juntos, esses processos formam o **arco zigomático** (ou bochecha).

O **processso coronoide** é a região de inserção do músculo temporal.

O **processo estiloide** (*stylos*, pilar), próximo à base do processo mastoide, é região de inserção de ligamentos que sustentam o osso hioide e de tendões de vários músculos.

2 Na vista inferior é possível visualizar, na base do crânio, importantes vias de passagem de vasos sanguíneos e nervos, além do forame através do qual a medula espinal conecta-se ao encéfalo.



Forames

O **forame oval** é via de passagem para nervos que fazem trajeto pela maxila e pela mandíbula.

O **canal carótico** fornece passagem para a artéria carótida interna, uma artéria fundamental no suprimento sanguíneo do encéfalo.

O **forame jugular** encontra-se entre o osso occipital e o osso temporal. A veia jugular interna passa através desse forame, trazendo o sangue venoso do encéfalo.

O **forame magno** conecta a cavidade craniana com o canal vertebral, que é delimitado pela coluna vertebral. Esse forame circunda a região de conexão entre o encéfalo e a medula espinal.

Revisão do Módulo 5.9

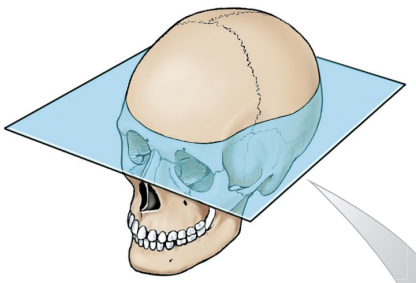
a. Identifique o osso que contém o canal carotídeo e nomeie a estrutura que atravessa essa passagem.

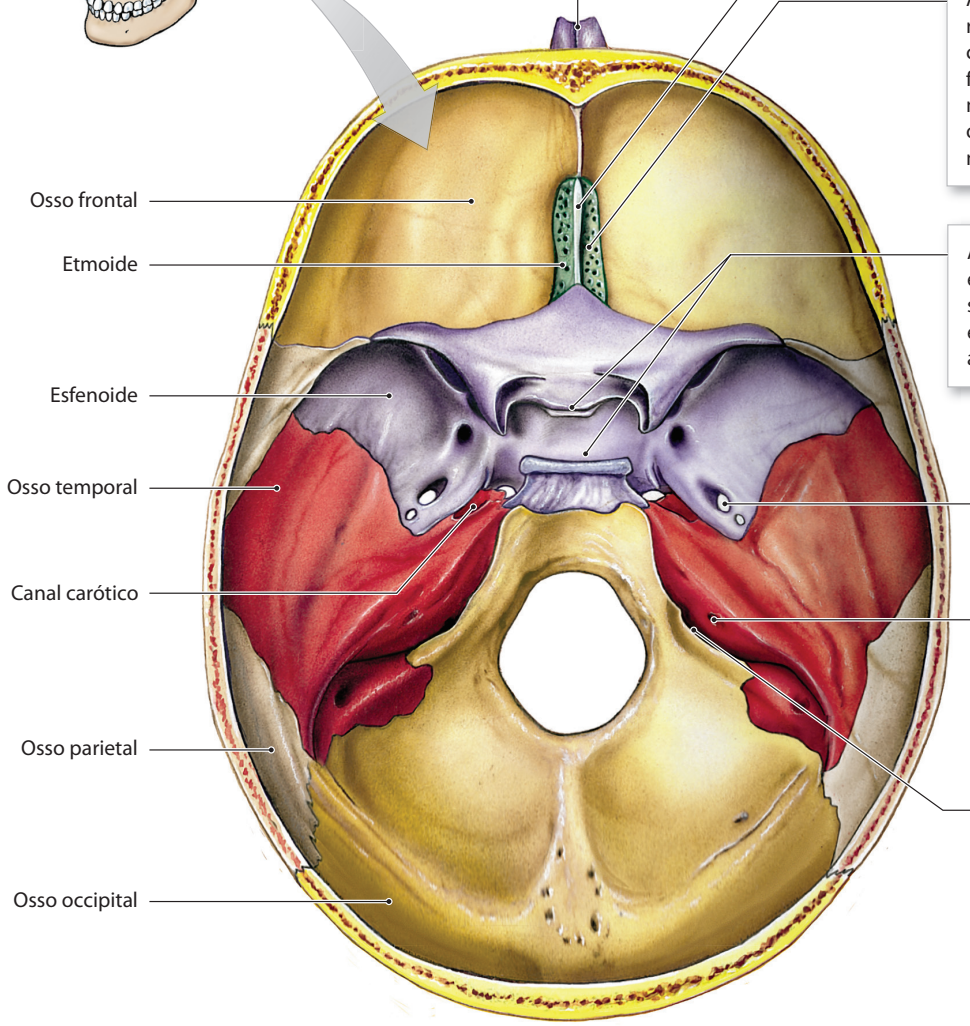
b. Nomeie o osso e o forame que constituem acesso para a região de conexão entre a medula espinal e o encéfalo.

c. Quais as funções dos processos alveolares e em quais ossos estão localizados?

Referências adicionais são visíveis em secções do crânio

1 Esta secção horizontal deve ser comparada à vista inferior do módulo anterior.





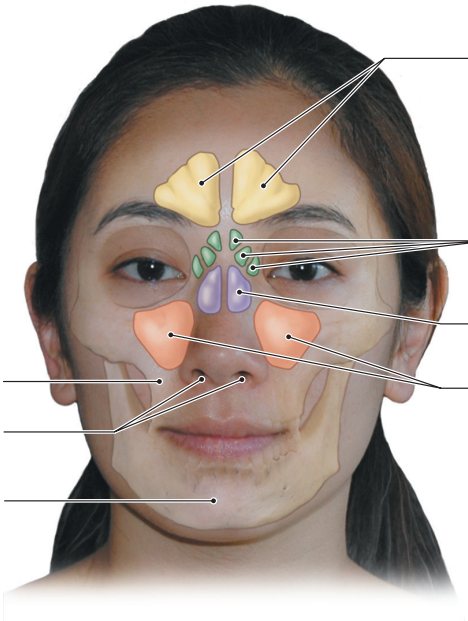
A **crista etmoidal** ou ***crista galli*** (*crista*, crista + *gallus*, galo) é uma saliência óssea que se projeta superiormente na placa cribriforme. A foice do cérebro, uma membrana que estabiliza a posição do encéfalo, liga-se a essa estrutura.

A **lâmina cribriforme** (*cribrum*, peneira) forma o assoalho anteromedial do crânio e o teto da cavidade nasal. Os forames olfatórios, na placa cribriforme, permitem a passagem dos nervos olfatórios, que fazem parte da via neural do sentido do olfato.

A **sela turca** é um anexo ósseo em forma de sela na superfície superior do corpo do osso esfenoide. A sela turca abriga a hipófise.

O **meato acústico interno** é via de trajeto para vasos sanguíneos e nervos do encéfalo à orelha interna. Um importante nervo sensitivo que se origina da orelha interna e faz parte das vias neurais relacionadas ao equilíbrio e à audição.

2 O **complexo nasal** inclui as cavidades nasais e os seios paranasais, câmaras de ar ligadas às cavidades nasais. Os ossos esfenoide, etmoide, frontal, palatino e maxila contêm **seios paranasais** (os seios palatinos minúsculos, não representados na figura, geralmente se abrem para os seios esfenoidais). Os seios paranasais tornam os ossos do crânio mais leves e proporcionam uma área extensa revestida por mucosa.



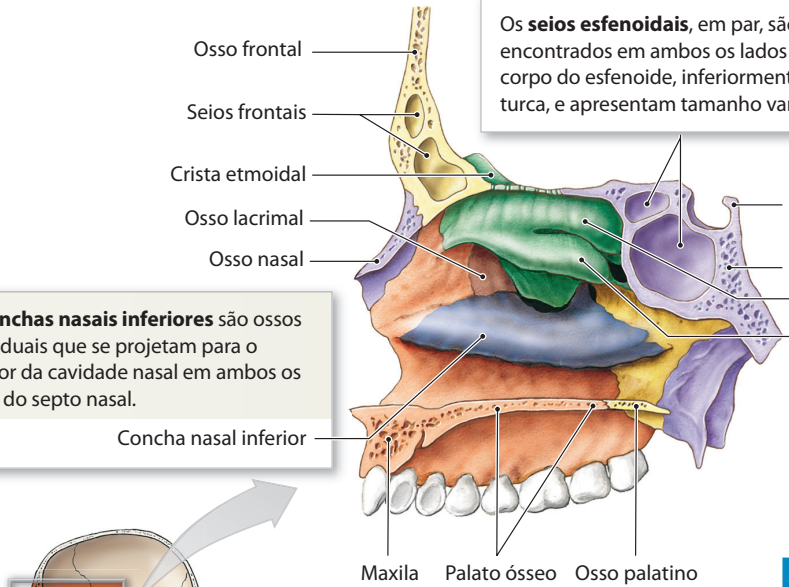
Os **seios frontais** são bastante variáveis em tamanho e fase de aparecimento. Geralmente aparecem depois dos 6 anos de idade, mas podem permanecer ausentes em algumas pessoas.

As **células aéreas etmoidais** formam uma rede, cujo muco drena para as superfícies das cavidades nasais, umidificando e limpando a mucosa de revestimento.

Seio esfenoidal

Os **seios maxilares** produzem muco que drena para as superfícies inferiores das cavidades nasais, umidificando e limpando a mucosa de revestimento. Os maxilares são os maiores ossos da face e os seios maxilares são também maiores que os demais.

3 Esta é uma seção sagital através das cavidades nasais e orais, tendo-se removido o septo nasal. Os ossos frontal, esfenoide e etmoide formam a parede superior das cavidades nasais. As paredes laterais são formadas pelas maxilas, pelos ossos lacrimais, pelo etmoide (conchas nasais médias e superior) e pelas conchas nasais inferiores. Grande parte da margem anterior da cavidade nasal é formada pelos tecidos moles do nariz, mas o dorso do nariz é sustentado pela maxila e ossos nasais.



Os **seios esfenoidais**, em par, são encontrados em ambos os lados do corpo do esfenoide, inferiormente à sela turca, e apresentam tamanho variável.

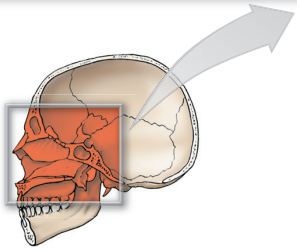
Etmoide

A maior parte do osso etmoide projeta-se para dentro da cavidade nasal e uma placa central contribui na constituição da parte óssea do septo nasal. As **conchas nasais superiores** e as **conchas nasais médias** são projeções delicadas das partes laterais do osso etmoide.

Concha nasal superior

Concha nasal média

As **conchas nasais inferiores** são ossos individuais que se projetam para o interior da cavidade nasal em ambos os lados do septo nasal.



Revisão do Módulo 5.10

a. Liste pelo menos cinco características do osso etmoide.

b. Quais ossos contêm seios paranasais?

c. Quais são as funções dos seios paranasais no crânio?

Os ossos associados ao crânio executam funções especializadas

CRÂNIO

FACE	14
Maxilas	2
Ossos palatinos	2
Ossos nasais	2
Conchas nasais inferiores	2
Ossos zigomáticos	2
Ossos lacrimais	2
Vômer	1
Mandíbula	1

CRÂNIO	8
Osso occipital	1
Ossos parietais	2
Osso frontal	1
Ossos temporais	2
Esfenoide	1
Etmoide	1

OSSOS ASSOCIADOS 7

- Osso hioide 1
- Ossículos da audição contidos nos ossos temporais (veja Capítulo 9) 6

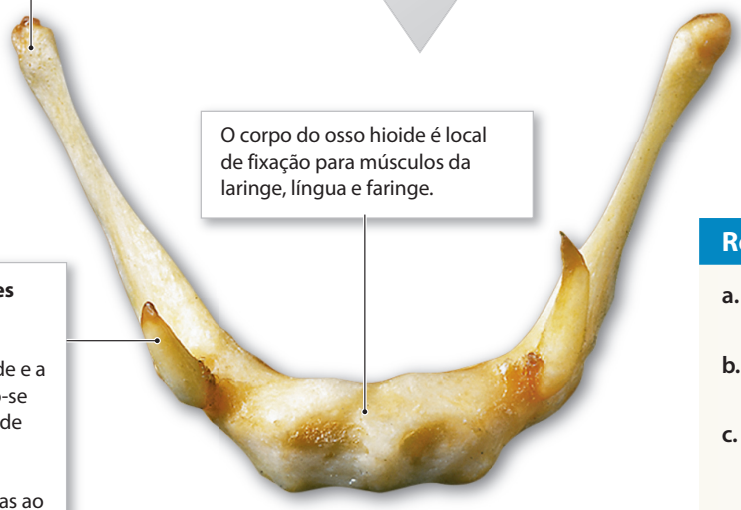
1 Três **ossículos da audição** associados ao crânio localizam-se no interior da orelha média, contidos na parte petrosa de cada osso temporal. Desempenham papel fundamental na audição, conduzindo as vibrações produzidas na membrana timpânica, estimulada por ondas sonoras, ao complexo receptor da orelha interna.

2 O **osso hioide** – um dos sete ossos associados do crânio – sustenta a laringe e é local de inserção para músculos da laringe, faringe e língua.

Os **cornos maiores** ajudam a sustentar a laringe e fixam músculos que movimentam a língua.

O corpo do osso hioide é local de fixação para músculos da laringe, língua e faringe.

Os **cornos menores** conectam-se a ligamentos que suspendem o hioide e a laringe, ancorando-se na base do crânio, de modo similar a um balanço de criança suspenso por cordas ao ramo de uma árvore.



Revisão do Módulo 5.11

a. Quantos ossos associados existem no crânio?

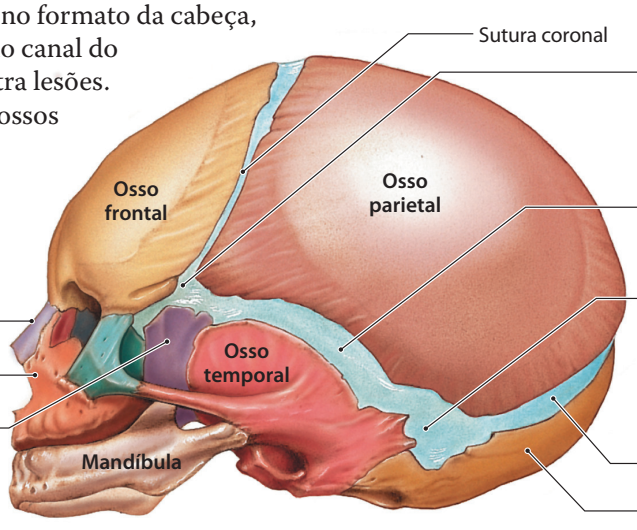
b. Descreva a localização e a função dos ossículos da audição.

c. Seu colega de laboratório está correto quando afirma que o osso hioide não se conecta diretamente a (não se articula com) qualquer outro osso?

Os fontículos permitem o crescimento craniano em lactentes e crianças

O crânio organiza-se ao redor do encéfalo em desenvolvimento, que cresce rapidamente à medida que se aproxima a época do nascimento. Embora os ossos do crânio também estejam em crescimento, eles não acompanham a velocidade de crescimento do encéfalo. No momento do nascimento, os ossos do crânio estão ligados por áreas de tecido conjuntivo fibroso flexível, que permitem adaptações no formato da cabeça, facilitando a passagem do bebê pelo canal do parto e protegendo o encéfalo contra lesões. As grandes áreas fibrosas entre os ossos cranianos são conhecidas como **fontículos** ou **fontanelas**.

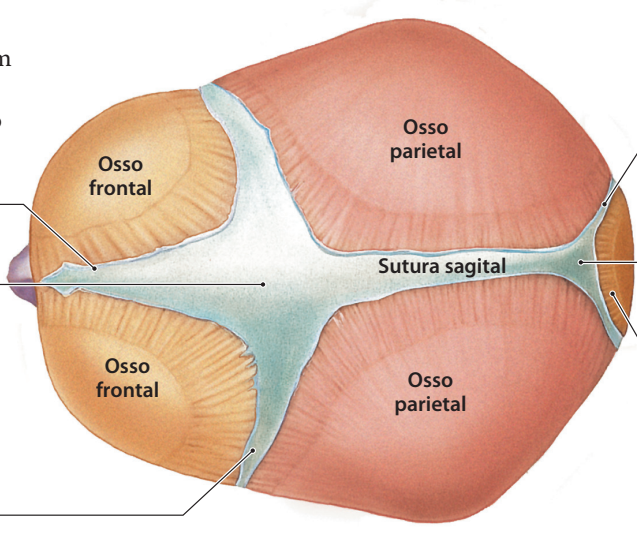
1 Esta visão lateral mostra quão pequenos são os ossos da face em relação ao crânio em um bebê.



O **fontículo esfenoidal**, bilateral, situa-se na junção entre a sutura escamosa e a sutura coronal.

O **fontículo mastóideo**, bilateral, situa-se na junção entre a sutura escamosa e a sutura lambdóidea.

2 Esta visão superior mostra o tamanho do fontículo anterior em relação à largura das zonas fibrosa s, destinadas a tornarem-se suturas no crânio adulto.



O **fontículo anterior** é muitas vezes referido em recém-nascidos, como "moleira" e é muitas vezes o único fontículo facilmente reconhecido por novos pais. Geralmente persiste até que a criança complete dois anos de idade.

O **fontículo occipital** localiza-se na junção entre suturas lambdóidea e sagital.

Os fontículos occipital, esfenoidal e mastóideo desaparecem um ou dois meses após o nascimento. Mesmo depois que desaparecem, os ossos do crânio permanecem separados por conexões fibrosas. O crescimento mais significativo do crânio ocorre antes dos 5 anos, porque nessa época o cérebro para de crescer e as suturas cranianas ossificam-se.

Revisão do Módulo 5.12

a. Defina fontículo.

b. Identifique os principais fontículos.

c. Quais as funções dos fontículos?

A coluna vertebral apresenta quatro curvaturas e as vértebras têm similaridades anatômicas e diferenças regionais

1 A coluna vertebral do adulto consiste em 26 ossos: 24 vértebras, sacro e cóccix. As vértebras proporcionam uma coluna de apoio que sustenta o peso da cabeça, do pescoço e do tronco, transferindo o peso do corpo ao esqueleto apendicular, nos membros inferiores. As vértebras também protegem a medula espinal e ajudam a manter o corpo em posição vertical, quando estamos sentados ou em pé. A extensão total média da coluna vertebral de um adulto é de 71 cm.

Curvaturas da coluna vertebral

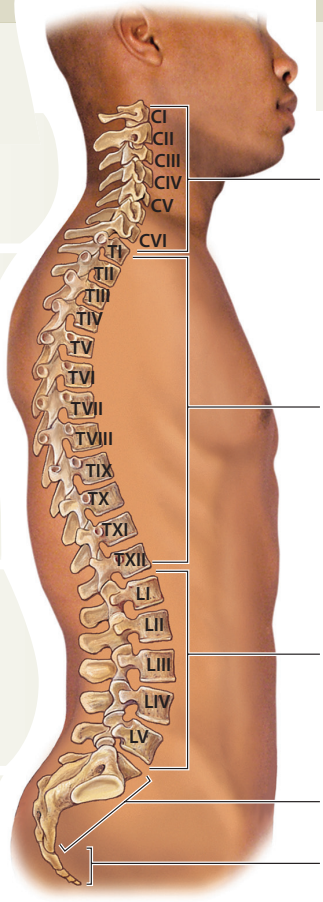
As curvaturas primárias desenvolvem-se antes do nascimento e as curvaturas secundárias, após o nascimento.

A **curvatura cervical**, uma curvatura secundária, desenvolve-se à medida que a criança aprende a equilibrar o peso da cabeça nas vértebras do pescoço.

A **curvatura torácica**, uma curvatura primária, acomoda os órgãos torácicos.

A **curvatura lombar**, uma curvatura secundária, equilibra o peso do tronco sobre os membros inferiores. Desenvolve-se em função da capacidade de ficar em pé.

A **curvatura sacral**, uma curvatura primária, acomoda os órgãos abdominopélvicos.



Regiões vertebrais

As regiões são definidas pelas características anatômicas das vértebras.

Cervical (7 vértebras)

Torácica (12 vértebras)

Lombar (5 vértebras)

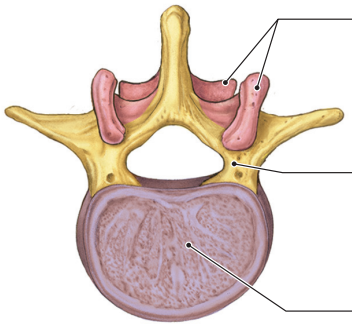
Sacral

Coccígea

Diferenças na estrutura vertebral e suas funções

	Vértebras cervicais (7)	Vértebras torácicas (12)	Vértebras lombares (5)
Localização	Pescoço	Tórax	Região inferior do dorso
Corpo vertebral	Pequeno, oval, faces curvas	Médio, formato de coração, faces planas; facetas para articulações da costela	Maciço, oval, faces planas
Forame vertebral	Grande	Médio	Pequeno
Processo espinhoso	Longo; extremidade bífida, inclinação inferior	Longo, esguio; extremidade sem divisão; inclinação inferior	Obtuso e amplo; sem inclinação
Processos transversos	Apresentam forames transversos	Exceto duas, todas apresentam facetas para articulações das costelas; não apresentam forames transversos	Curtas; não apresentam fóveas articulares ou forames transversos
Funções	Sustentam o crânio, estabilizam posições relativas ao encéfalo e medula espinal; permitem movimentos controlados da cabeça	Sustentam o peso da cabeça, pescoço, membros superiores e tórax; articulam-se com as costelas e permitem modificações do volume torácico	Sustentam o peso da cabeça, pescoço, membros superiores e tronco

2 Cada vértebra apresenta três partes básicas: (1) processos articulares, (2) arco vertebral e (3) corpo vertebral.



Vista superior

Partes de uma vértebra

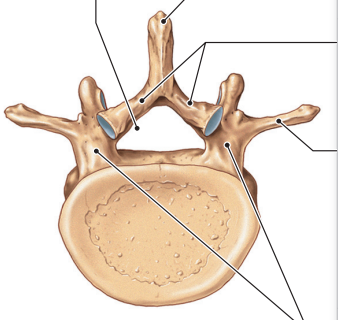
Os **processos articulares** apresentam inclinação superior ou inferior para se articularem com as vértebras adjacentes.

O **arco vertebral** constitui as margens posterior e laterais do forame vertebral.

O **corpo vertebral** é a parte da vértebra que transfere peso ao longo do eixo da coluna vertebral.

3 O arco vertebral pode ser dividido em quatro partes diferentes: processo espinhoso, lâminas, processos transversos e pedículos.

O **forame vertebral** é delimitado pelo corpo vertebral e pelos pedículos.



Vista inferior

Arco vertebral

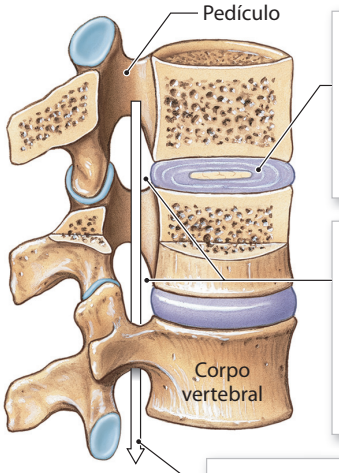
Processo espinhoso projeta-se posteriormente a partir do ponto onde as lâminas vertebrais fundem-se para completar o arco vertebral.

As **lâminas** (*lamina*, placa delgada) formam o "teto", a parte posterior do forame vertebral.

Os **processos transversos** projetam-se bilateralmente no ponto onde as lâminas unem-se aos pedículos. Esses processos são locais de fixação muscular e também podem articular-se com costelas.

Os **pedículos** formam os lados do arco vertebral.

4 Esta vista lateral das três vértebras mostra como elas se combinam para formar o canal vertebral.

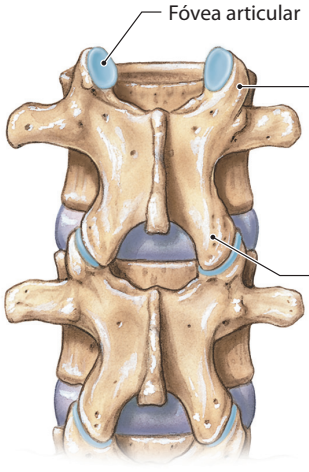


Os corpos das vértebras adjacentes são interconectados por ligamentos, mas separados por blocos de fibrocartilagem, os **discos intervertebrais**.

Os espaços entre sucessivos pedículos são chamados de **forames intervertebrais**. Nervos e vasos sanguíneos em direção ou provenientes da medula espinal passam por esses forames.

Juntos, os forames vertebrais das sucessivas vértebras formam o **canal vertebral**, que circunda e contém a medula espinal.

5 Cada processo articular tem uma superfície lisa e côncava chamada **fóvea articular**. Esta vista posterior mostra os arcos vertebrais, formando a parte posterior do canal vertebral.



Os **processos articulares superiores** articulam-se com os processos articulares inferiores da vértebra imediatamente superior.

Os **processos articulares inferiores** articulam-se com os processos articulares superiores da vértebra imediatamente inferior (ou com o sacro, no caso da última vértebra lombar).

Observe que sempre que nos referimos a uma vértebra específica, usamos letras maiúsculas C, T, L, S e Co para indicar as regiões cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea, respectivamente. Ao lado da letra, usamos um número para indicar a posição relativa da vértebra dentro daquela região; o número 1 indica a vértebra mais próxima do crânio. Por exemplo, CIII é a terceira vértebra cervical; CI está em contato com o crânio. Da mesma forma, LIV é a quarta vértebra lombar, e LI está em contato com TXII (a décima segunda e última vértebra torácica

Revisão do Módulo 5.13

a. Nomeie os componentes principais de uma vértebra.

b. Qual é a importância das curvaturas secundárias da coluna?

c. A qual parte da vértebra os discos intervertebrais estão anexados?

5.14

Existem sete vértebras cervicais e doze vértebras torácicas

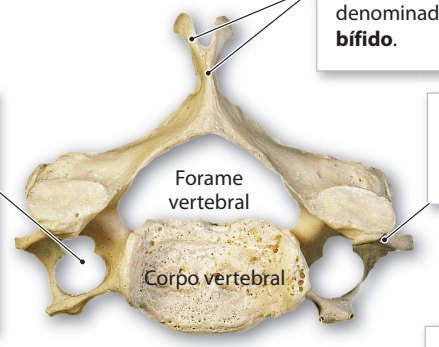
Vértebras cervicais

As **vértebras cervicais**, as menores na coluna vertebral, estendem-se desde o osso occipital (do crânio) ao tórax.

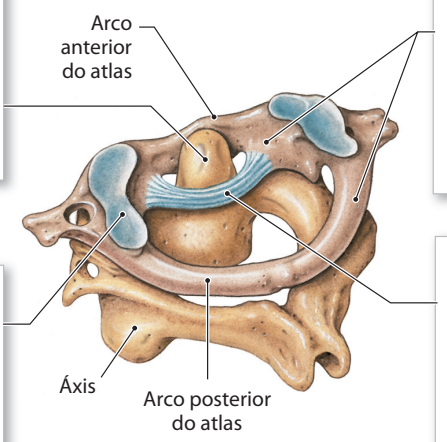
1 O forame vertebral de uma vértebra cervical é muito grande. Nesse nível, a medula espinal ainda contém a maioria dos axônios que ligam o encéfalo ao restante do corpo. As vértebras cervicais, no entanto, apoiam apenas o peso da cabeça, de modo que os corpos vertebrais podem ser relativamente pequenos e leves. À medida que se avança em direção ao sacro, a carga aumenta e os corpos vertebrais tornam-se gradualmente maiores.

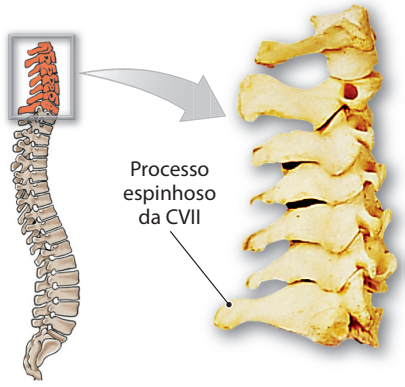
2 As duas primeiras vértebras cervicais são projetadas para sustentar e estabilizar o crânio, além de permitir o movimento da cabeça. O **atlas**, CI, não apresenta corpo vertebral ou processo espinhoso, mas seu forame vertebral é grande e redondo, delimitado pelos arcos anterior e posterior. O **áxis**, CII, assemelha-se às vértebras cervicais inferiores, exceto pela presença de uma proeminência na superfície superior do corpo, o dente do áxis.

3 A última vértebra cervical apresenta um processo espinhoso muito robusto que termina em um tubérculo proeminente, que pode ser facilmente palpado. Um ligamento elástico forte fixa-se neste local e estende-se até inserir-se em uma região localizada ao longo do osso occipital do crânio. Quando sua cabeça está posicionada verticalmente, esse ligamento funciona como a corda de arco, mantendo a curvatura cervical, sem esforço muscular.



Vértebra cervical (vista superior)

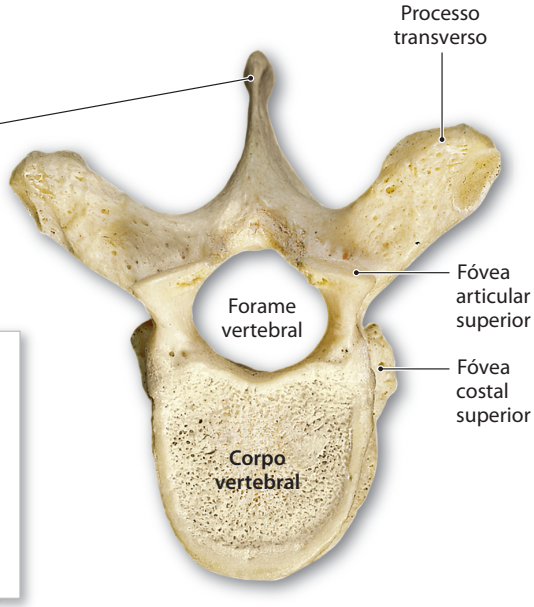




Vértebras torácicas

4 Existem 12 **vértebras torácicas**. Em uma sequência de TI até TXII, os corpos vertebrais aumentam progressivamente de tamanho, porque o peso a ser transmitido ao longo da coluna vertebral torna-se cada vez maior.

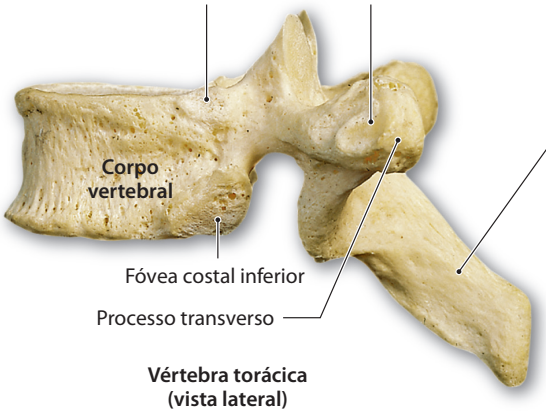
5 Uma vértebra torácica típica apresenta corpo vertebral em forma de coração. Comparativamente a uma vértebra cervical, o corpo vertebral é muito maior e o forame vertebral é consideravelmente menor.



Vértebra torácica (vista superior)

6 Cada vértebra torácica articula-se com costelas nas **fóveas costais** localizadas no corpo vertebral. Os processos transversos das vértebras TI a TX também contêm fóveas costais. As costelas XI e XII não se articulam com os processos transversos, por isso são conhecidas como "costelas flutuantes".

O processo espinhoso longo e delgado projeta-se posterior e inferiormente. Os processos espinhosos de TX, TXI e TXII assemelham-se progressivamente aos da região lombar, pois localizam-se na transição entre as curvas torácica e lombar.



Vértebra torácica (vista lateral)

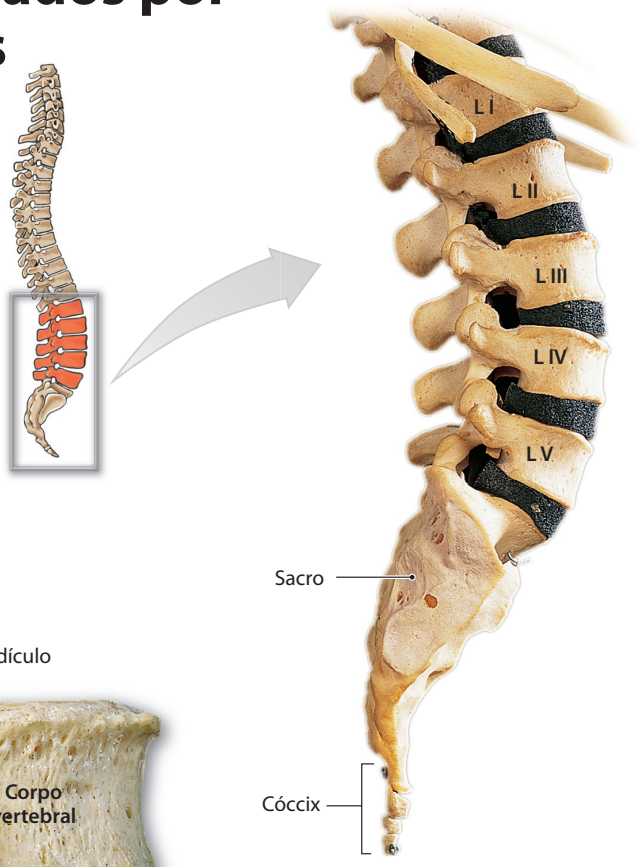
Revisão do Módulo 5.14

a. Joe sofreu uma fratura na base do dente do áxis. Qual osso foi fraturado e onde ele está localizado?

b. Ao examinar uma vértebra humana, você nota, além do grande forame para a medula espinal, a presença de dois forames menores, em ambos os lados, na região dos processos transversos. A qual região da coluna vertebral pertence essa vértebra?

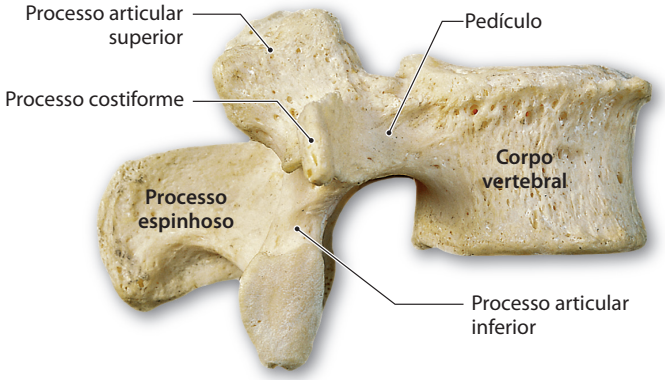
c. Ao palpar o dorso de uma pessoa, percorrendo com os dedos a coluna vertebral, qual parte da vértebra é percebida imediatamente sob a pele?

Existem cinco vértebras lombares; o sacro e o cóccix são formados por vértebras fundidas

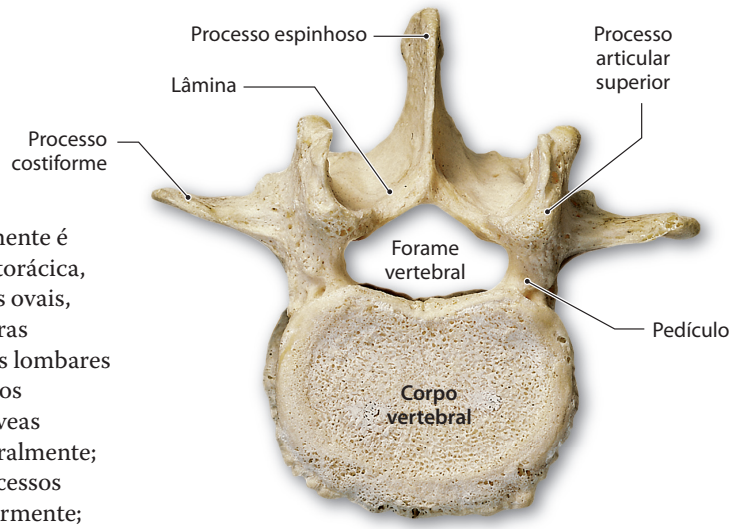


Vértebras lombares

1 As cinco **vértebras lombares** são as maiores das vértebras e sustentam a maior parte da carga de peso do corpo. Fraturas por compressão dessas vértebras podem ocorrer em qualquer idade, mas são mais frequentes com o envelhecimento e a osteoporose (perda de massa óssea), que resultam na redução da resistência dos ossos, de modo geral, em todo o corpo.



Vista lateral



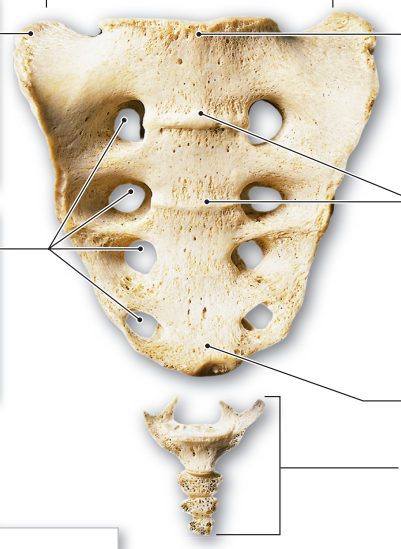
Vista superior

2 O corpo de uma vértebra lombar geralmente é mais espesso do que o de uma vértebra torácica, as superfícies superiores e inferiores são mais ovais, não apresentando o formato de coração. Outras características dignas de nota: (1) as vértebras lombares não apresentam fóveas costais; (2) os processos costiformes são delgados, não apresentam fóveas costais transversas e projetam-se posterolateralmente; (3) o forame vertebral é triangular; (4) os processos espinhosos são curtos e projetam-se posteriormente; (5) os processos articulares superiores voltam-se medialmente ("para cima e em direção ao plano mediano"); e (6) os processos articulares inferiores voltam-se lateralmente ("para baixo e em direção aos planos laterais").

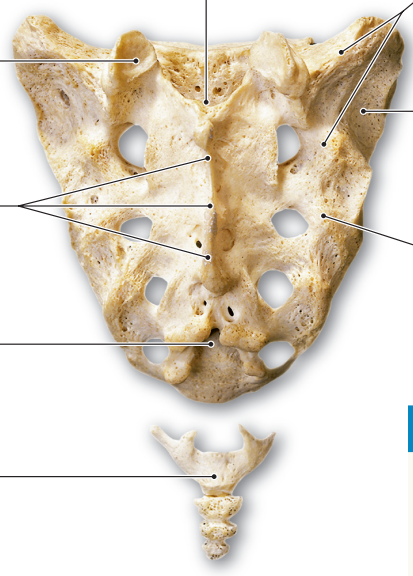
Sacro e cóccix

O **sacro** é constituído por componentes fundidos de cinco vértebras sacrais. O processo de fusão destas se inicia logo após a puberdade e, em geral, completa-se entre os 25 e 30 anos de idade. O sacro protege os órgãos dos sistemas urinário, genital e digestório e, com suas articulações em pares, fixa o esqueleto axial aos ossos do quadril que fazem parte do *cíngulo do membro inferior* do esqueleto apendicular.

3 A superfície anterior do sacro é côncava, e a superfície posterior é convexa. O grau de curvatura é mais pronunciado em homens que em mulheres.



4 Uma vista posterior do sacro mostra a superfície ampla que constitui área para fixação de músculos.



Revisão do Módulo 5.15

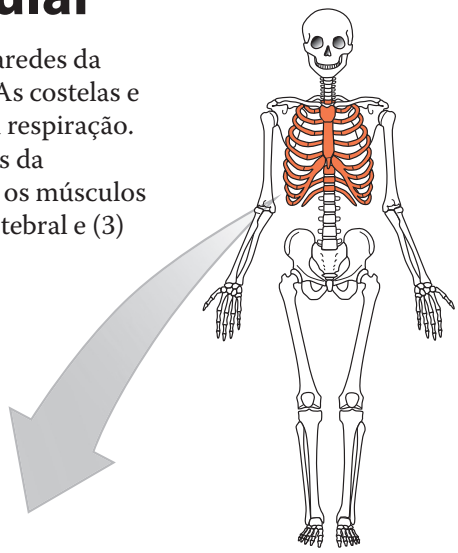
a. Quantas vértebras estão presentes na região lombar? E no sacro?

b. Que estrutura forma a parede posterior do cíngulo do membro inferior?

c. Por que os corpos das vértebras lombares são maiores em comparação aos das vértebras cervicais?

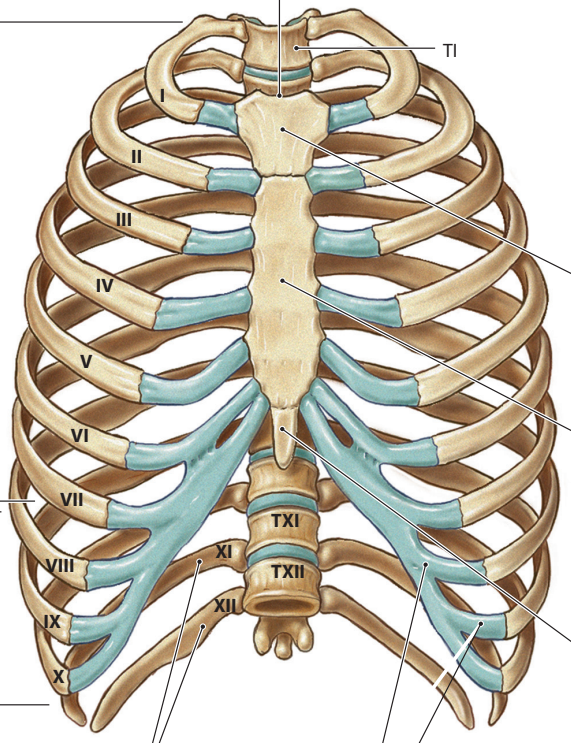
A caixa torácica protege os órgãos do tórax e oferece locais para fixação muscular

O esqueleto do tórax, ou **caixa torácica**, fornece suporte ósseo para as paredes da cavidade torácica. É formado por vértebras torácicas, costelas e esterno. As costelas e o esterno formam a caixa torácica, cujos movimentos são importantes na respiração. A caixa torácica protege o coração, os pulmões, o timo e outras estruturas da cavidade torácica. A caixa torácica serve como um região de fixação para os músculos envolvidos (1) na respiração, (2) na manutenção da posição da coluna vertebral e (3) nos movimentos dos cíngulos dos membros superiores.



1 Uma vista anterior da caixa torácica mostra o esterno, as cartilagens costais e a principal classificação das costelas.

A **incisura jugular**, localizada entre as articulações claviculares, é uma reentrância rasa na superfície do manúbrio.



Costelas

As **costelas** reforçam as paredes posterior e laterais da cavidade torácica. As costelas I a VII aumentam gradualmente em comprimento e raio de curvatura. Embora as costelas sejam bastante móveis e estejam entre os ossos mais flexíveis, podem ser fraturadas por forte impacto ou por esmagamento. Felizmente, as costelas são bem estabilizadas por tecidos conjuntivos e músculos, de modo que fraturas expostas dessas estruturas são raras e imobilizações são geralmente desnecessárias.

As **costelas verdadeiras** (I a VII) estão ligadas ao esterno por cartilagens costais individuais.

As **costelas falsas** (VIII a X) não apresentam conexão direta com o esterno articulando-se a ele por meio de cartilagens costais compartilhadas.

Os dois últimos pares de costelas (XI e XII) não se articulam ao esterno e são chamados de **costelas flutuantes** ou **costelas vertebrais**, uma vez que estão ligadas apenas às vértebras e aos músculos da parede do tórax.

Esterno

O **esterno** é um osso plano que se forma na linha média anterior da parede torácica. Apresenta três regiões distintas, que normalmente se fundem durante a idade adulta.

Manúbrio: amplo e trapezoide, articula-se com as clavículas e as cartilagens do primeiro par de costelas.

Corpo: conecta-se à superfície inferior do manúbrio e estende-se inferiormente ao longo da linha média. As cartilagens costais dos pares de costelas II a VII fixam-se a essa porção do esterno.

Processo xifoide: menor parte do esterno, está ligado à superfície inferior do corpo do esterno.

As **cartilagens costais** articulam as costelas ao esterno, direta ou indiretamente.

Revisão do Módulo 5.16

a. Quais as diferenças entre as costelas verdadeiras e as costelas falsas?

b. Quais são as três regiões do esterno?

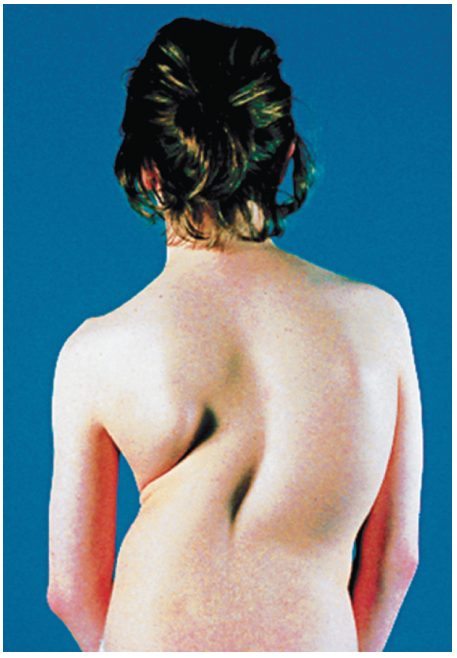
c. Além das costelas e do esterno, que outros ossos constituem a caixa torácica?

Anomalias no esqueleto axial afetam diretamente a postura e o equilíbrio

A coluna vertebral deve movimentar, equilibrar e sustentar o tronco e a cabeça. Patologias ou eventos que prejudicam ossos, músculos e/ou nervos podem resultar em formas alteradas e funções prejudicadas.

1 Na **cifose** (*kyphos*, corcunda, curvado), a curvatura torácica normal apresenta-se exagerada, produzindo uma aparência de "corcunda". Essa alteração pode ser causada por (1) osteoporose com fraturas por compressão, afetando as porções anteriores dos corpos vertebrais, (2) desequilíbrio crônico na ação dos músculos que se inserem nas vértebras ou (3) crescimento vertebral anormal.

2 A **escoliose** (*scoliosis*, curvatura) é uma curvatura lateral anormal da coluna vertebral. É a alteração mais comum da curvatura vertebral. Pode resultar de problemas de desenvolvimento, danos aos corpos vertebrais ou paralisia unilateral dos músculos do dorso (como em alguns casos de poliomielite). Em quatro de cinco casos, é impossível determinar a causa estrutural ou funcional dessa alteração. A escoliose *idiopática* (sem causa conhecida) geralmente ocorre em meninas, durante adolescência, quando o crescimento é mais rápido. Alterações leves podem estabilizar-se ao longo do tempo, com o fim do crescimento. Em alterações mais significativas, o uso de prótese pode contribuir para evitar a progressão. Os casos graves podem ser tratados com cirurgia de alongamento, com implante de hastes ou cabos de metal.



3 Na **lordose** (*lordosis*, inclinação posterior), tanto o abdome quanto as nádegas se sobressaem excessivamente, em consequência de um exagero da curvatura da lombar. Isso pode ocorrer durante a gravidez, resultar de obesidade ou de fraqueza nos músculos da parede abdominal.

Revisão do Módulo 5.17

a. Cite três causas de cifose.

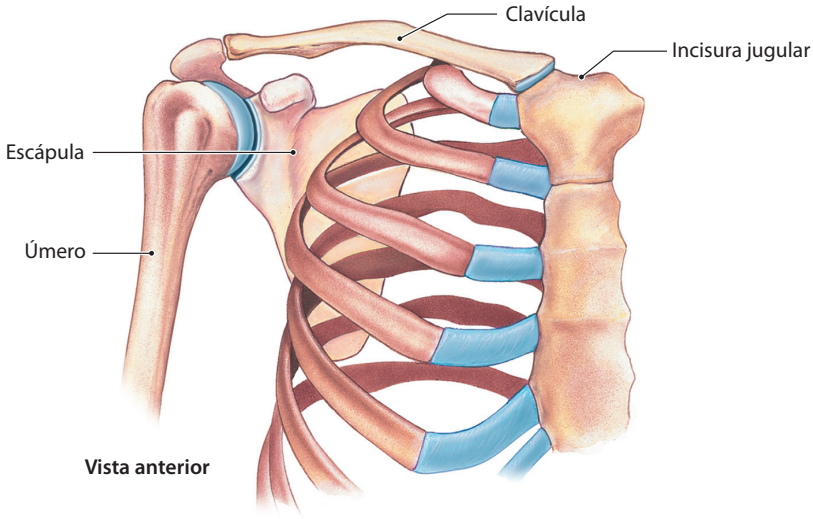
b. Como a gravidez pode contribuir para o desenvolvimento da lordose?

c. Qual alteração é primariamente associada à presença de curvatura lateral, distorcendo a coluna vertebral?

Cíngulos dos membros superiores – as clavículas e as escápulas – ligam os membros superiores ao esqueleto axial

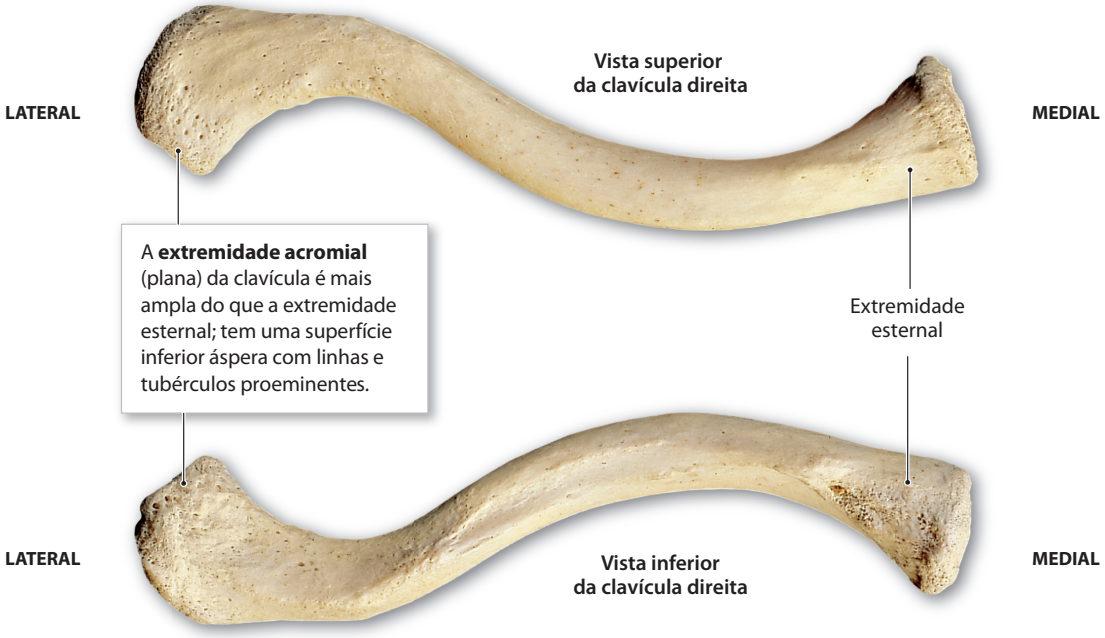
Cada braço articula-se ao tronco no **cíngulo do membro superior**, constituído por uma **clavícula** em forma de S e uma **escápula** grande (*scapula*, lâmina).

1 As clavículas articulam-se com o manúbrio do esterno, na sua margem superolateral.

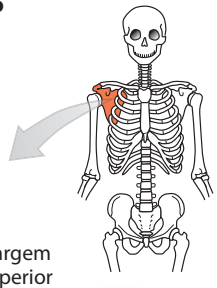


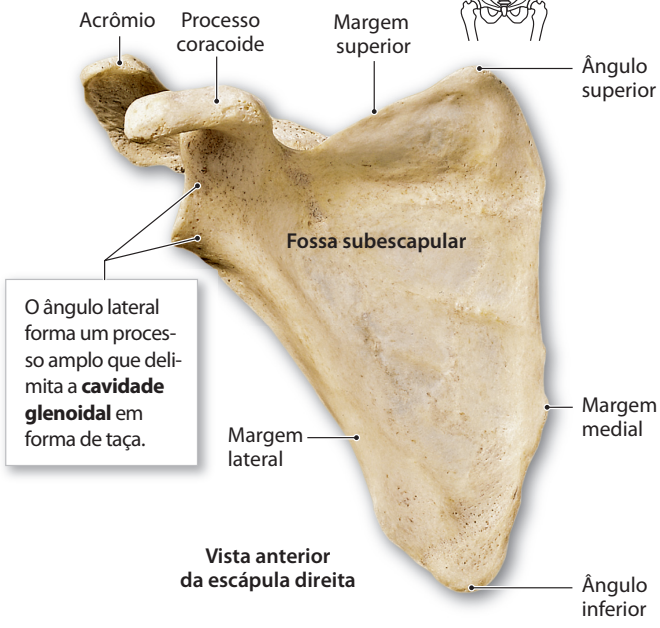
Vista anterior

2 A partir da articulação com o esterno, na **extremidade esternal** em forma de pirâmide, a clavícula descreve uma curva anterior até aproximadamente a metade do seu comprimento. Em seguida, a curva se inverte suavemente no sentido posterior, para se articular com um processo da escápula, o **acrômio**.



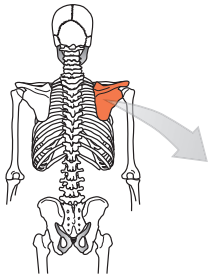
3 A superfície anterior do **corpo** de cada escápula forma largo triângulo. Os três lados do triângulo são a **margem superior**, a **margem medial** (vertebral) e a **margem lateral** (axilar). Os músculos que posicionam a escápula fixam-se ao longo dessas margens. Os vértices do triângulo são chamados de **ângulo superior**, **ângulo inferior** e **ângulo lateral**. A depressão na superfície anterior é denominada **fossa subescapular**.

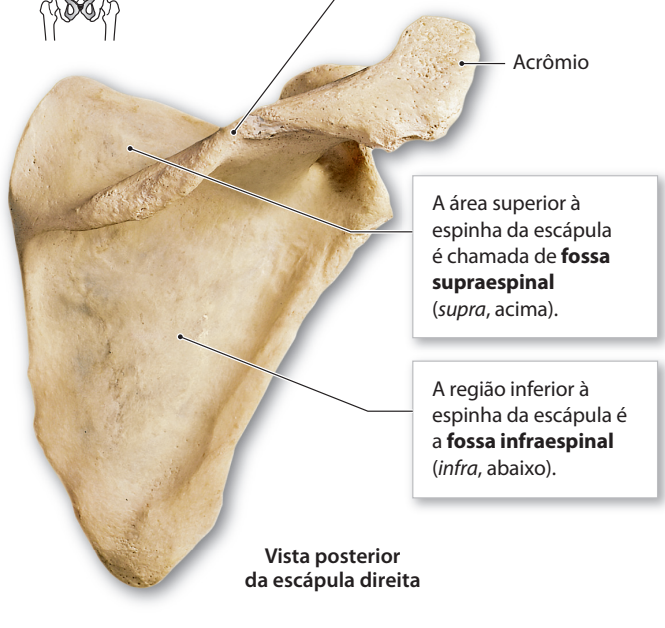




Vista anterior da escápula direita

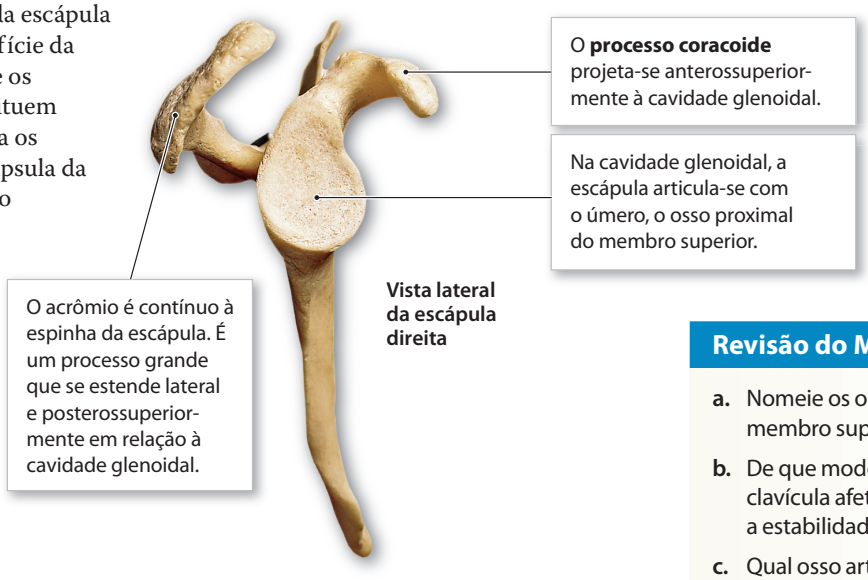
4 A superfície posterior da escápula é convexa e apresenta relevos proeminentes e processos para fixação muscular.





Vista posterior da escápula direita

5 A vista lateral da escápula mostra a superfície da cavidade glenoidal, e os processos que constituem locais de fixação para os músculos e para a cápsula da articulação do ombro (glenoumeral).



Vista lateral da escápula direita

Revisão do Módulo 5.18

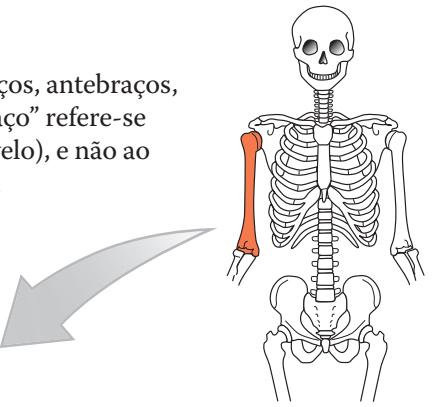
a. Nomeie os ossos do cíngulo do membro superior.

b. De que modo uma fratura de clavícula afetaria a mobilidade e a estabilidade da escápula?

c. Qual osso articula-se com a escápula na cavidade glenoidal?

O úmero articula-se com o rádio e a ulna (ossos do antebraço)

O esqueleto dos membros superiores é composto pelos ossos dos braços, antebraços, punhos e mãos. Perceba que, nas descrições anatômicas, o termo "braço" refere-se apenas à porção proximal do membro superior (do ombro até o cotovelo), e não ao membro todo. Vamos examinar os ossos do membro superior direito.



1 O braço contém um osso, o **úmero**, que se estende da escápula ao cotovelo. Próximo da articulação distal, com os ossos do antebraço, o eixo ósseo expande-se bilateralmente, formando os **epicôndilos medial** e **lateral**. Os epicôndilos são projeções próximas às extremidades articulares superiores ao côndilo e fornecem superfície adicional para fixação muscular.

Vista anterior

Vista posterior

A **cabeça do úmero**, arredondada e situada na extremidade proximal, articula-se com a cavidade glenoidal da escápula.

Tubérculo maior

O **tubérculo menor** é uma projeção menor que se encontra na superfície anterior e medial da epífise.

O **sulco intertubercular** situa-se entre os tubérculos maior e menor. Ambos os tubérculos são locais importantes para fixação muscular: um grande tendão insere-se ao longo desse sulco.

O **colo anatômico** marca o limite da cápsula articular.

O **colo cirúrgico** corresponde à metáfise do osso em crescimento. O nome se refere à alta frequência da incidência de fraturas nesse local.

Eixo longitudinal

A **tuberosidade deltoide** é uma elevação proeminente e áspera na superfície lateral do eixo, aproximadamente até a metade do seu comprimento. Recebe esse nome porque é região de fixação do músculo deltoide.

O **tubérculo maior** é uma projeção arredondada na superfície lateral da epífise, próximo à borda da cabeça do úmero. O tubérculo maior forma o contorno lateral do ombro.

O **sulco radial** cruza a extremidade inferior da tuberosidade deltoide. Essa depressão assinala o trajeto do nervo radial, um nervo grande que fornece informações sensitivas da superfície posterior do membro e o controle motor sobre os músculos grandes que estendem o cotovelo.

Fossa coronoide

Epicôndilo lateral

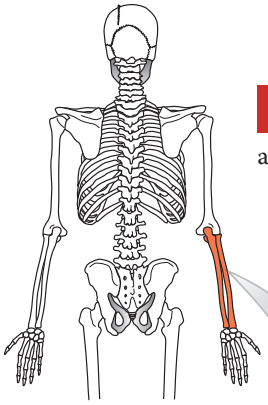
Epicôndilo medial

Fossa do olécrano

Tróclea

O **capítulo**, arredondado, forma a superfície lateral do **côndilo**. No côndilo, o úmero articula-se com o rádio e a ulna, ossos do antebraço. O côndilo é dividido em duas regiões articulares.

A **tróclea** (*trochlea*, roldana) é a porção medial do côndilo em forma de carretel. A tróclea estende-se desde a **fossa do olécrano**, na superfície posterior da **fossa coronoide** (*corona*, coroa) na superfície anterior. Essas depressões recebem projeções da ulna à medida que o cotovelo se aproxima dos limites de sua amplitude de movimento.



2 A **ulna** e o **rádio** são ossos paralelos que apoiam o antebraço. Na posição anatômica, a ulna encontra-se medialmente ao rádio.

Vista posterior

Vista anterior

O **olécrano**, a extremidade superior da ulna, marca a extremidade do cotovelo.

Articulação radiulnar proximal

A **cabeça do rádio**, em formato de disco, articula-se com o capítulo do úmero. Durante a flexão, a cabeça do rádio desliza sobre a fossa radial do úmero.

O **colo** do rádio estende-se da cabeça à tuberosidade do rádio.

A **tuberosidade do rádio** marca o local de ligação do músculo bíceps braquial, um músculo grande na superfície anterior do braço.

A **incisura troclear** da ulna articula-se com a tróclea (do úmero) na articulação do cotovelo.

O **processo coronoide** forma a margem inferior da incisura troclear.

A **incisura radial**, suave, acomoda a cabeça do rádio na **articulação radiulnar proximal**.

Ulna

Rádio

Rádio

Ulna

A **membrana interóssea** é uma lâmina fibrosa que liga os eixos da ulna e do rádio.

A **incisura ulnar** do rádio marca o local de articulação com a cabeça da ulna.

A **cabeça da ulna** é delgada e arredondada.

O **processo estiloide** do rádio ajuda a estabilizar a articulação com o carpo. A extremidade distal do rádio articula-se com os ossos do carpo.

A superfície lateral da cabeça da ulna articula-se com a extremidade distal do rádio para formar a **articulação radiulnar distal**.

Cabeça da ulna

Um **processo estiloide** curto (*estiloide*, longo e pontiagudo) da ulna conecta-se à superfície posterior e lateral da cabeça. Um disco de cartilagem liga-se ao processo estiloide. Essa cartilagem situa-se entre a cabeça da ulna e os ossos do carpo.

Revisão do Módulo 5.19

a. Identifique os ossos do braço e do antebraço.

b. Identifique as duas projeções arredondadas de cada lado do cotovelo e informe a que osso pertencem.

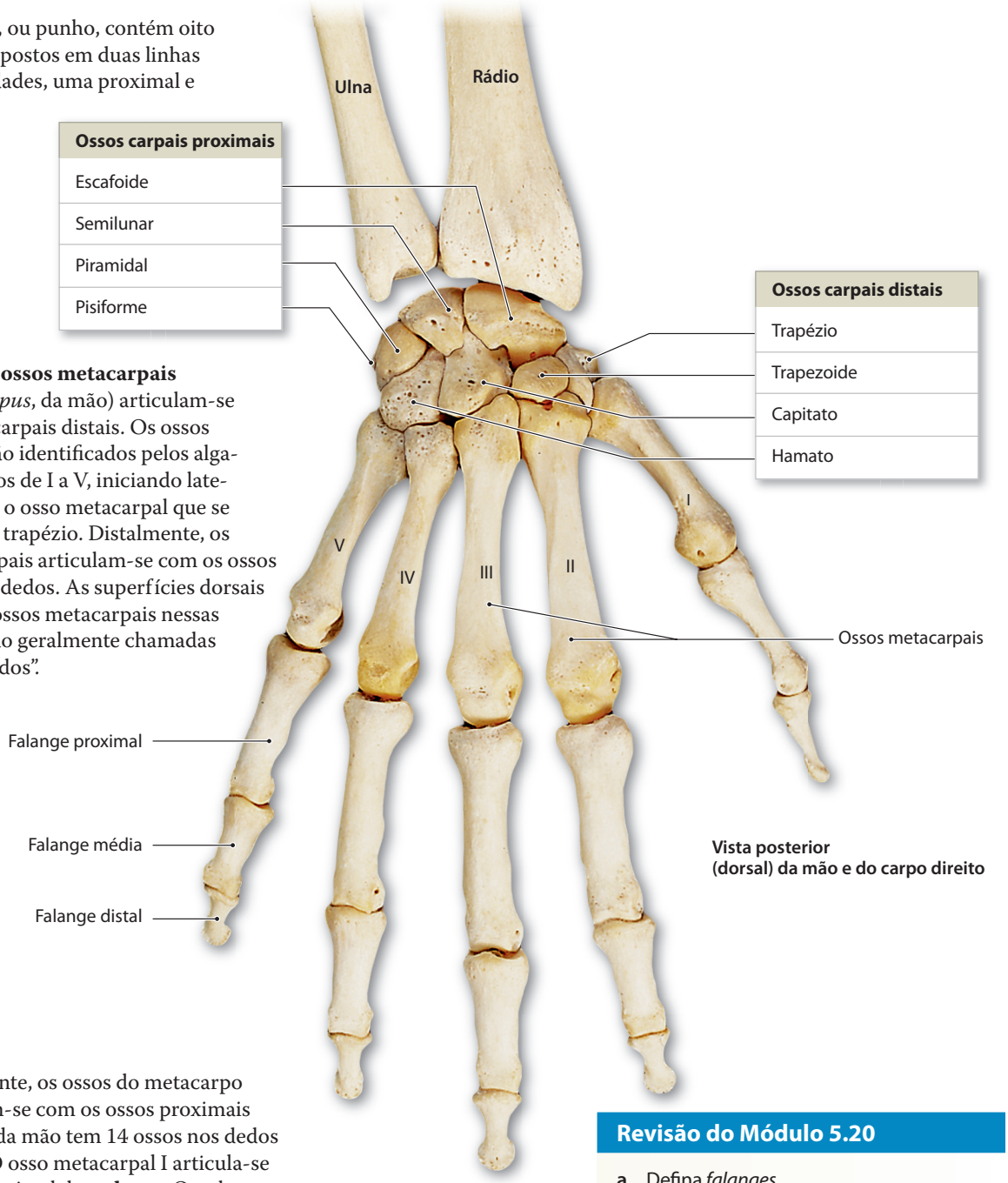
c. Qual osso do antebraço é posicionado lateralmente quando se encontra na posição anatômica?

O punho é composto pelos ossos carpais, e a mão é composta pelos ossos metacarpais e falanges

1 O **carpo**, ou punho, contém oito ossos dispostos em duas linhas de quatro unidades, uma proximal e uma distal.

2 Os cinco **ossos metacarpais** (*metacarpus*, da mão) articulam-se com os ossos carpais distais. Os ossos metacarpais são identificados pelos algarismos romanos de I a V, iniciando lateralmente, com o osso metacarpal que se articula com o trapézio. Distalmente, os ossos metacarpais articulam-se com os ossos proximais dos dedos. As superfícies dorsais dilatadas dos ossos metacarpais nessas articulações são geralmente chamadas de "nós dos dedos".

3 Distalmente, os ossos do metacarpo articulam-se com os ossos proximais dos dedos. Cada mão tem 14 ossos nos dedos ou **falanges**. O osso metacarpal I articula-se com o osso proximal do **polegar**. O polegar tem duas falanges (proximal e distal). Cada um dos outros dedos tem três falanges (proximal, média e distal).



Vista posterior (dorsal) da mão e do carpo direito

Revisão do Módulo 5.20

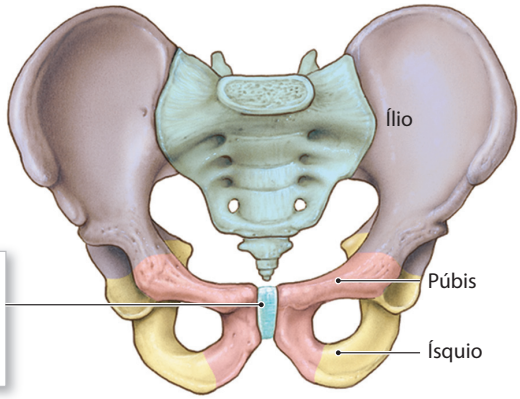
a. Defina *falanges*.

b. Nomeie os ossos do carpo.

c. Bruno fratura acidentalmente, com um golpe de martelo, a falange distal que se articula com o osso metacarpal I. Qual é o dedo fraturado?

O osso do quadril é formado pela fusão do ílio, ísquio e púbis

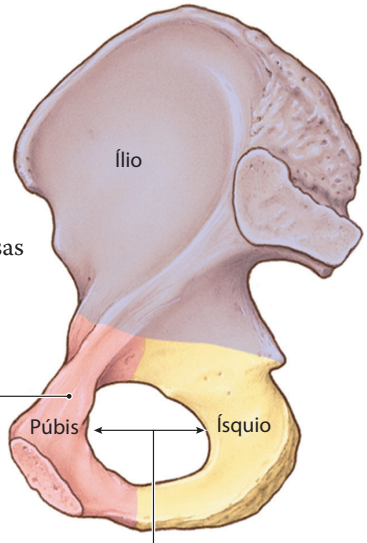
1 O **cíngulo do membro inferior** é composto pelo **osso do quadril**. Cada osso do quadril é formado pela fusão de três ossos: um **ílio**, um **ísquio** e um **púbis**.



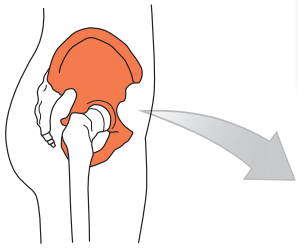
Na **sínfise púbica**, os ossos púbicos direito e esquerdo estão ligados por um bloco de fibrocartilagem mediano.

2 Na vista lateral, o ílio ocupa a maior parte do osso do quadril. Pontos de referência ao longo da margem do ílio incluem as **espinhas ilíacas**, que marcam os locais de fixação de músculos e ligamentos importantes; **as linhas glúteas**, que marcam a fixação dos músculos grandes do quadril; e a **incisura isquiática maior**, através da qual um nervo grande (o nervo isquiático) alcança o membro inferior.

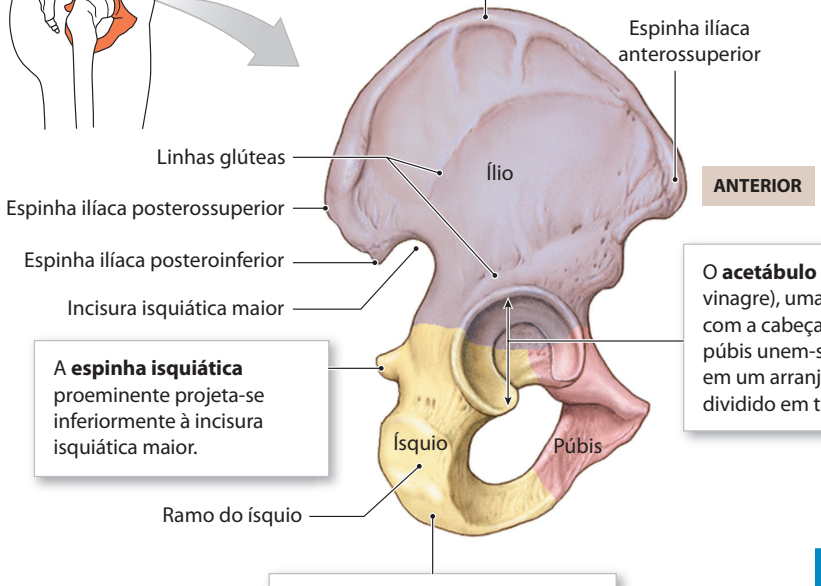
3 Uma vista medial mostra as superfícies articulares rugosas que estabilizam a pelve, além de evidenciar muitas características adicionais do ísquio e do púbis.



O **forame obturado** é um espaço fechado por uma membrana de fibras de colágeno. Constitui uma base firme para a fixação dos músculos do quadril. Esse forame é delimitado por **ramo do ísquio**, **ramo inferior do púbis** e **ramo superior do púbis**.



A **crista ilíaca** é um relevo importante para fixação muscular.



O **acetábulo** (*acetabulum*, copo de vinagre), uma concavidade, articula-se com a cabeça do fêmur. O ílio, o ísquio e o púbis unem-se para formar o acetábulo, em um arranjo semelhante a um círculo dividido em três partes.

A **espinha isquiática** proeminente projeta-se inferiormente à incisura isquiática maior.

O **túber isquiático**, uma projeção rugosa, sustenta o peso do corpo quando se está sentado.

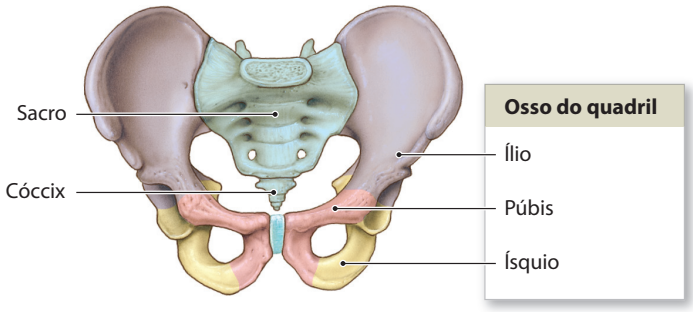
Revisão do Módulo 5.21

a. Descreva o acetábulo.

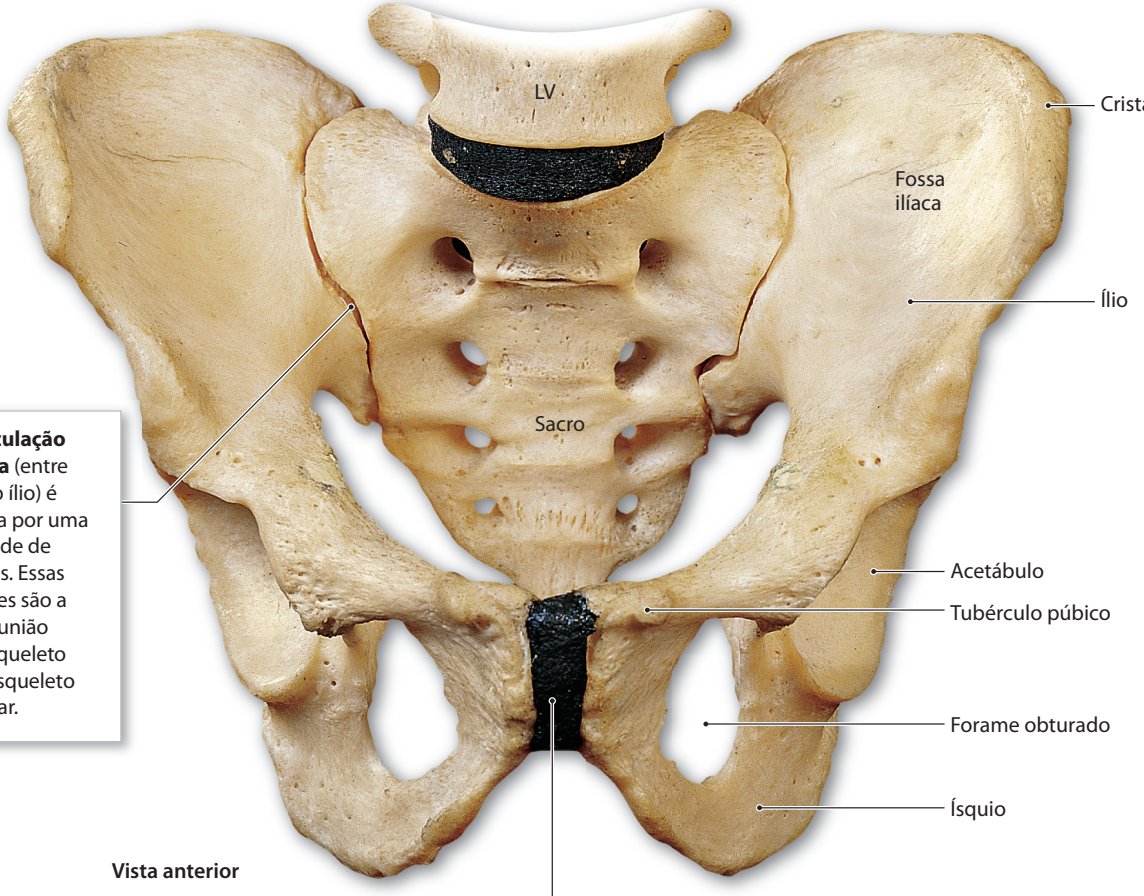
b. Quais são os três ossos que se fundem para formar o osso do quadril?

c. Quando você está sentado, que parte do osso do quadril sustenta o peso do seu corpo?

A pelve é constituída por dois ossos do quadril mais o sacro e o cóccix



1 A **pelve** é constituída por dois ossos do quadril, o sacro e o cóccix. Uma extensa rede de ligamentos une as margens laterais do sacro à crista ilíaca, ao túber isquiático e à espinha isquiática. Outros ligamentos fixam os ílios às vértebras lombares. Essas interconexões aumentam a estabilidade da pelve.

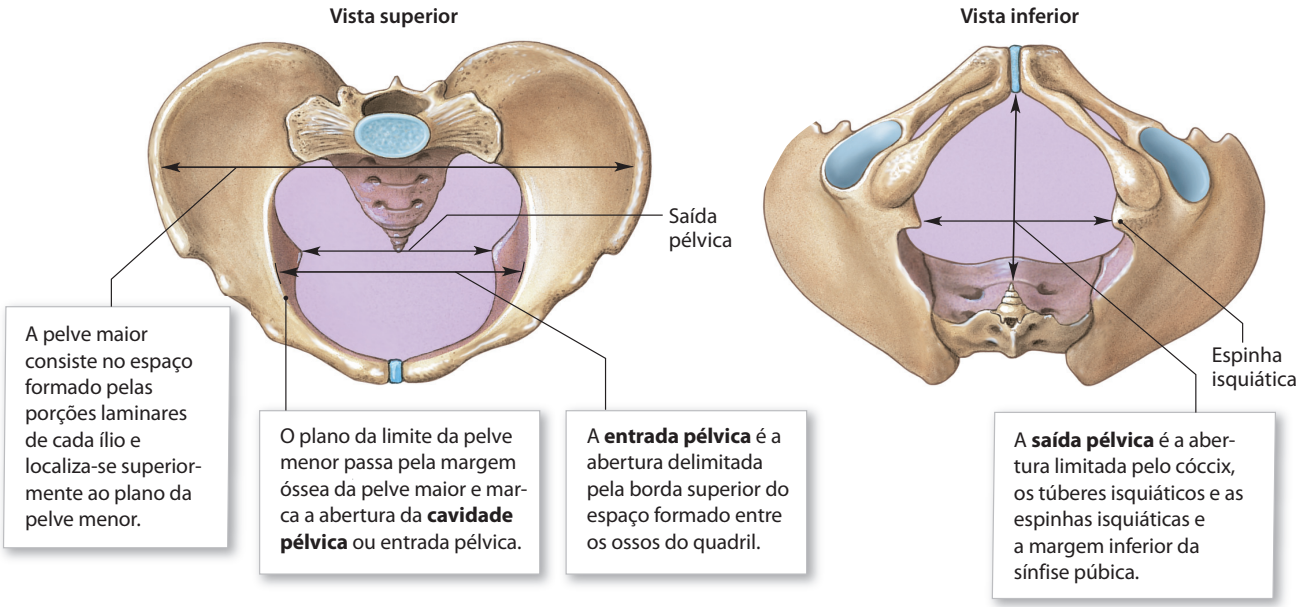


Cada **articulação sacroilíaca** (entre o sacro e o ílio) é sustentada por uma extensa rede de ligamentos. Essas articulações são a região de união entre o esqueleto axial e o esqueleto apendicular.

Vista anterior

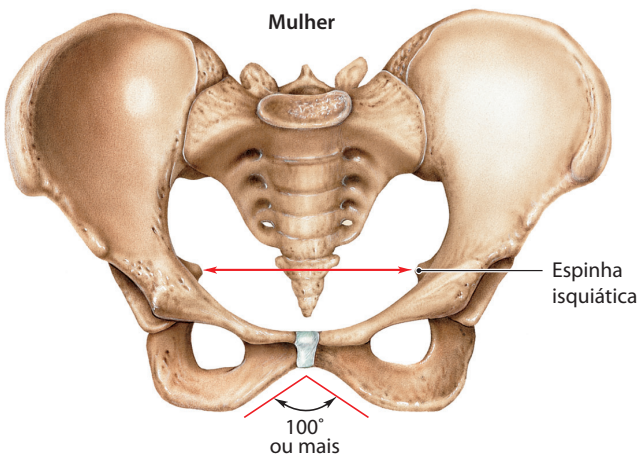
A **sínfise púbica** é um bloco de fibrocartilagem que estabelece a articulação entre os dois púbis.

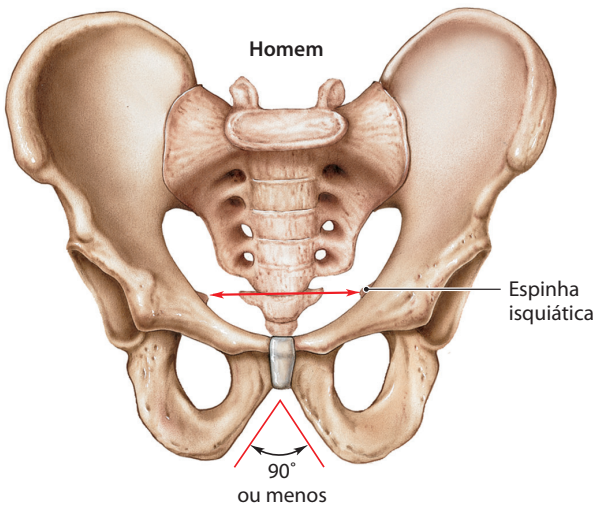
2 A pelve pode ser dividida em **pelve maior** (falsa) e a **pelve menor** (verdadeira). A pelve maior contém os órgãos da parte inferior da cavidade abdominal. A pelve menor (sombreada em roxo na imagem) delimita a cavidade pélvica, uma subdivisão da cavidade abdominopélvica.



3 A forma da pelve feminina é um pouco diferente da masculina. Algumas das diferenças resultam de variações no tamanho do corpo e da massa muscular. Por exemplo, nas mulheres, a pelve geralmente é mais homogênea, mais leve e apresenta marcas menos proeminentes. O corpo feminino tem outras adaptações esqueléticas relacionadas à gravidez, incluindo:

- Saída pélvica alargada.
- Ângulo púbico mais amplo (o ângulo inferior entre os ossos púbicos), maior do que 100°.
- Menor curvatura do sacro e do cóccix, os quais, em homens, arqueiam-se para dentro da saída pélvica.
- A entrada pélvica mais larga e mais circular.
- A pelve é relativamente mais larga não se estende no sentido superoinferior ("pelve baixa").
- Os ílios apresentam maior projeção lateral e menor projeção superior em relação ao sacro.





Revisão do Módulo 5.22

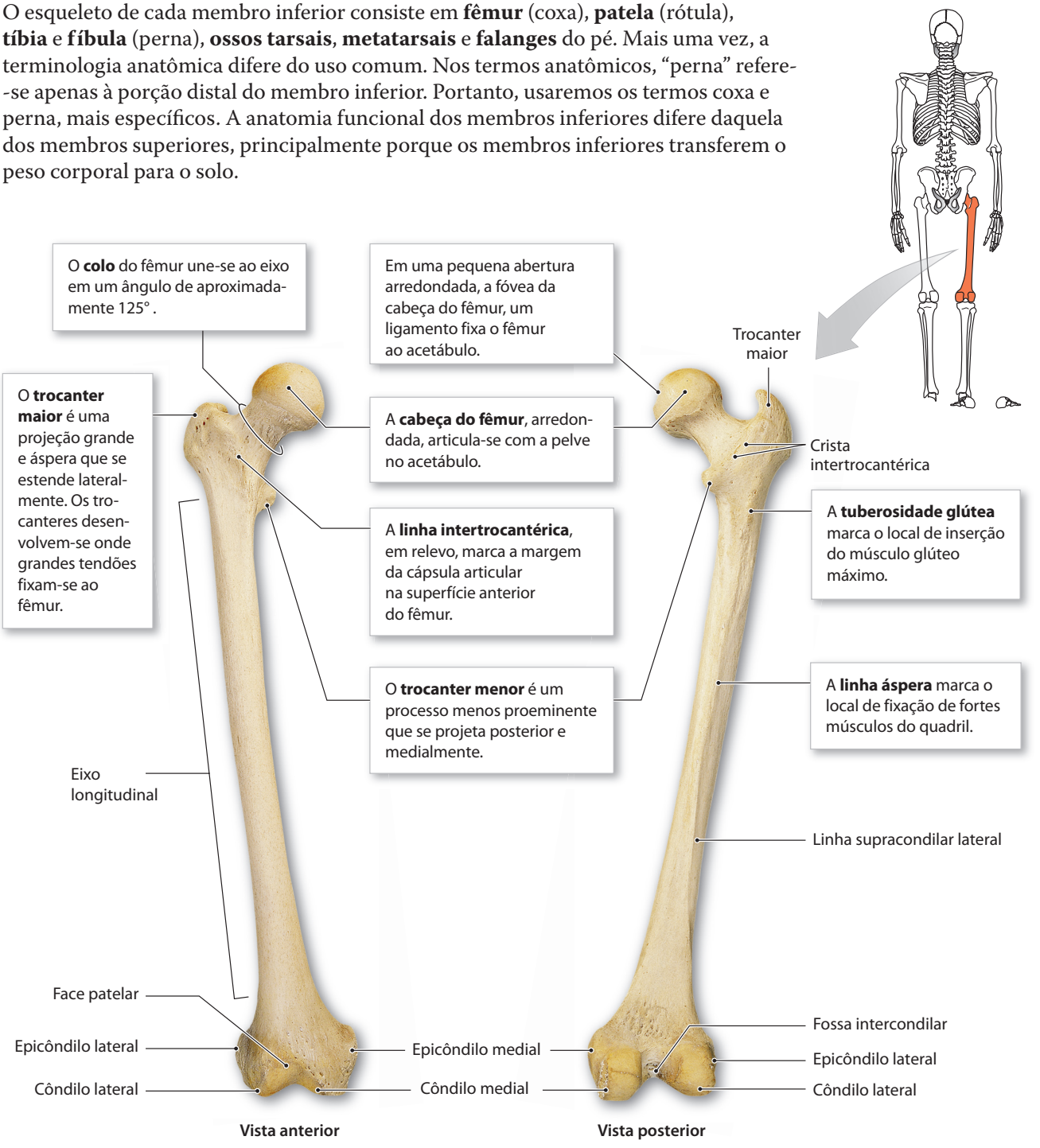
a. Nomeie os ossos da pelve.

b. Qual o nome da estrutura que une anteriormente o púbis?

c. Explique as adaptações da pelve feminina para a gravidez.

O fêmur articula-se com a patela e a tíbia

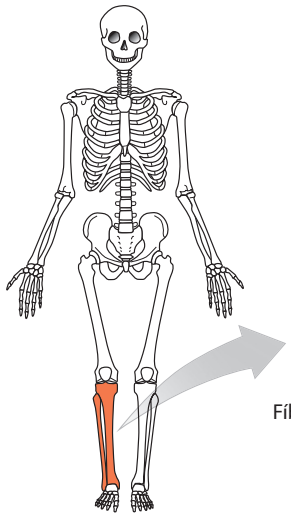
O esqueleto de cada membro inferior consiste em **fêmur** (coxa), **patela** (rótula), **tíbia** e **fíbula** (perna), **ossos tarsais**, **metatarsais** e **falanges** do pé. Mais uma vez, a terminologia anatômica difere do uso comum. Nos termos anatômicos, "perna" refere-se apenas à porção distal do membro inferior. Portanto, usaremos os termos coxa e perna, mais específicos. A anatomia funcional dos membros inferiores difere daquela dos membros superiores, principalmente porque os membros inferiores transferem o peso corporal para o solo.

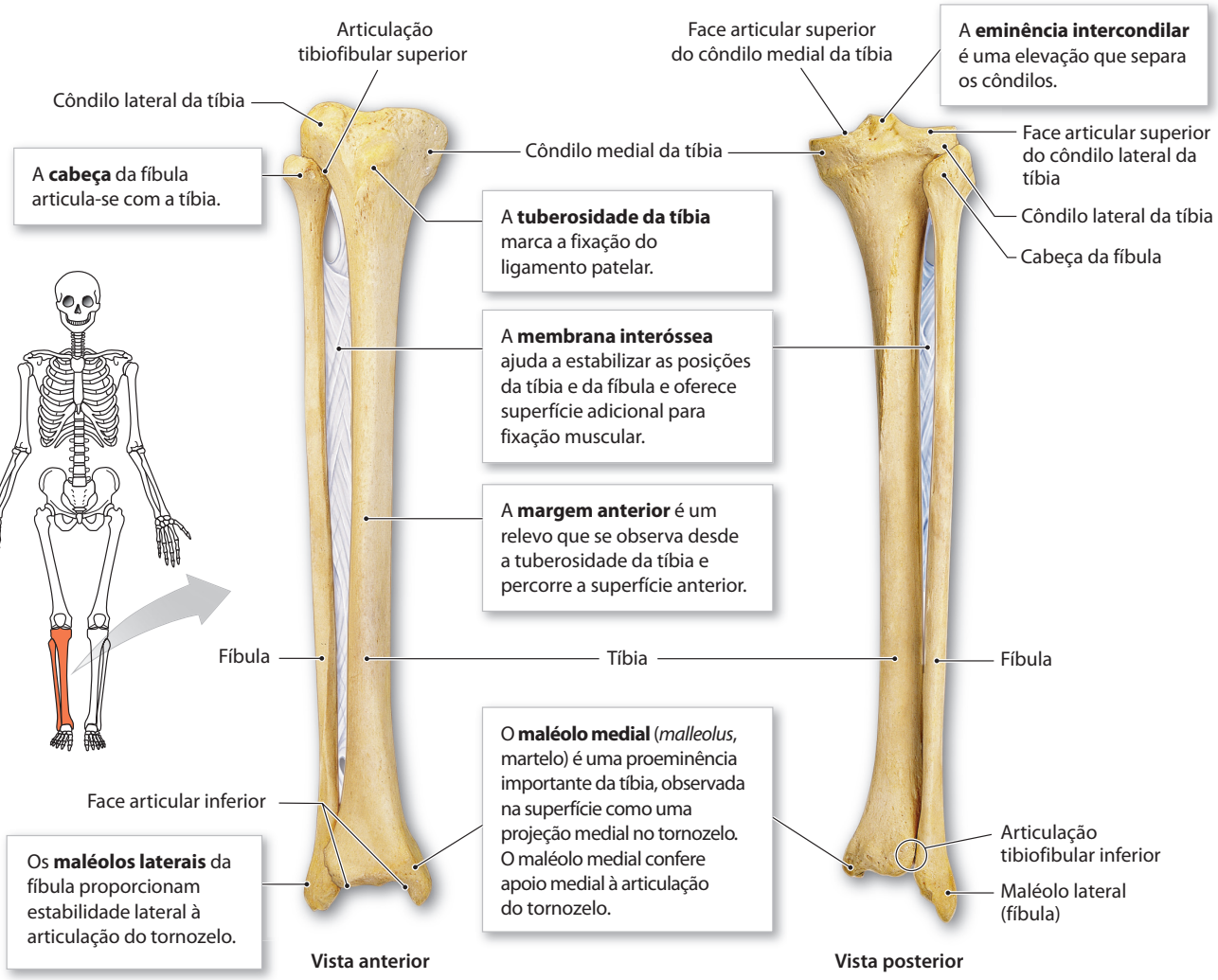


1 O fêmur é o maior e mais pesado osso do corpo humano. Articula-se com o osso do quadril na articulação do quadril, e com a tíbia na articulação do joelho. Algumas referências são mostradas aqui nas superfícies anterior e posterior do fêmur direito.

2 Os **côndilos lateral** e **medial** participam da articulação do joelho na extremidade distal do fêmur. Nas superfícies anterior e inferior, os dois côndilos são separados pela **face patelar**, uma superfície articular lisa sobre a qual a patela desliza. Na superfície posterior, os côndilos medial e lateral são separados pela **fossa intercondilar**, profunda, que não se estende até a superfície anterior.

3 A **tíbia** é o grande osso medial da perna. Na extremidade proximal da tíbia, os **côndilos lateral** e **medial** articulam-se com os côndilos medial e lateral do fêmur. A **fíbula**, delgada, é paralela à margem lateral da tíbia, mas não participa da articulação do joelho e não sustenta peso algum. No entanto, a fíbula é importante local de fixação de músculos que movimentam o pé e os dedos. Além disso, a extremidade distal da fíbula estende-se lateralmente no tornozelo, proporcionando a estabilidade dessa articulação.





Revisão do Módulo 5.23

a. Identifique os ossos dos membros inferiores.

b. Qual a estrutura que se articula ao acetábulo?

c. A fíbula não participa da articulação do joelho e também não constitui estrutura para sustentação de peso. No entanto, caminhar torna-se difícil quando esse osso é fraturado. Por quê?

O tornozelo e o pé contêm ossos tarsais, metatarsais e falanges

1 Os ossos do **tornozelo** transferem o peso do corpo a partir da perna para o solo, distribuindo-o através dos ossos do pé. A associação estrutural dos ossos do tornozelo e do pé deve resultar em um apoio suficientemente forte e flexível para adaptar-se às mudanças de carga que ocorrem ao andar, correr e saltar.

Tornozelo

O tornozelo é composto por sete **ossos tarsais**

Os três **ossos cuneiformes** estão dispostos em uma linha, com articulações entre eles. São nomeados de acordo com suas posições: medial, intermédio e lateral.

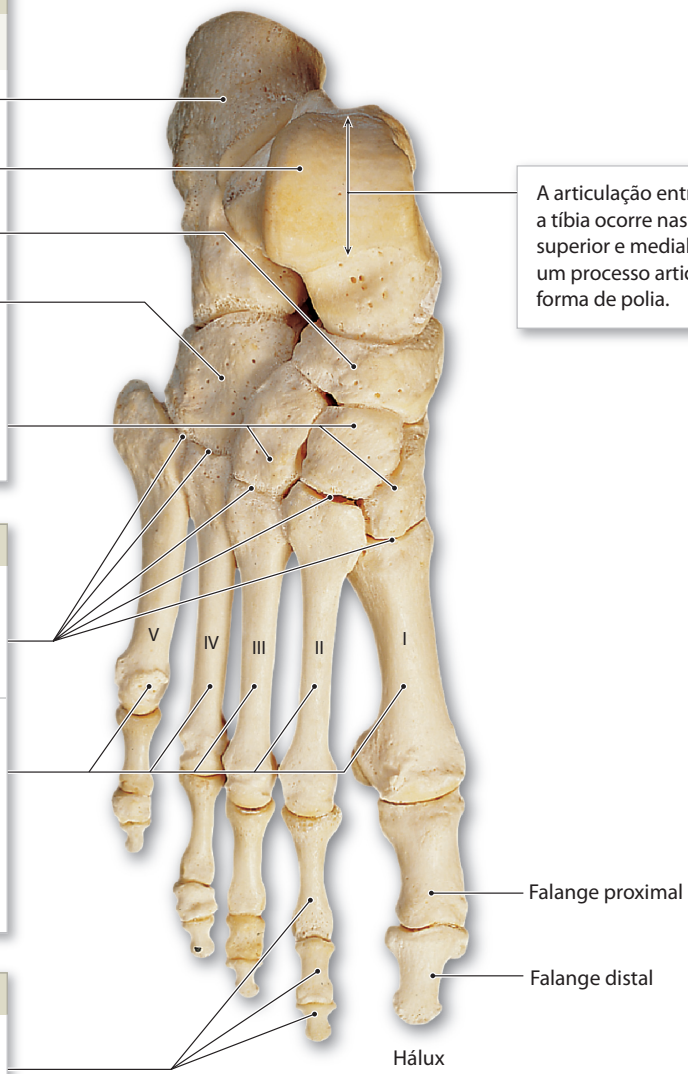
Ossos metatarsais

As superfícies distais dos ossos cuboide e cuneiforme articulam-se com os **ossos metatarsais** do pé. Os cinco ossos longos metatarsais formam a porção distal do pé.

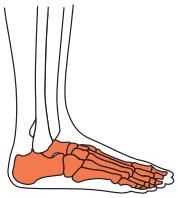
Os ossos metatarsais são identificados por algarismos romanos de I a V, enumerados a partir da estrutura mais medial para a mais lateral. Proximalmente, os ossos metatarsais I a III articulam-se com os três ossos cuneiformes, e os ossos metatarsais IV e V articulam-se com o cuboide. Distalmente, cada osso metatarsal articula-se com uma falange proximal.

Falanges

As **falanges** dos dedos do pé têm a mesma organização anatômica daquela dos dedos das mãos. Os dedos dos pés contêm 14 falanges. O **hálux** tem duas falanges (proximal e distal), enquanto os outros quatro dedos apresentam três falanges cada um (proximal, média e distal).

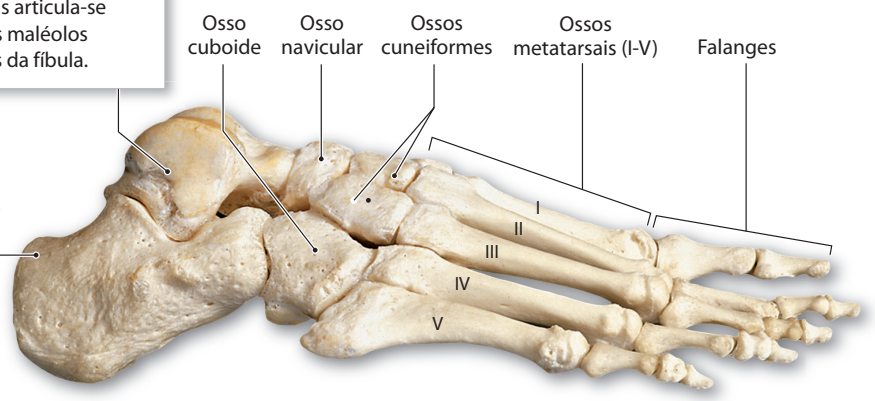


Vista superior

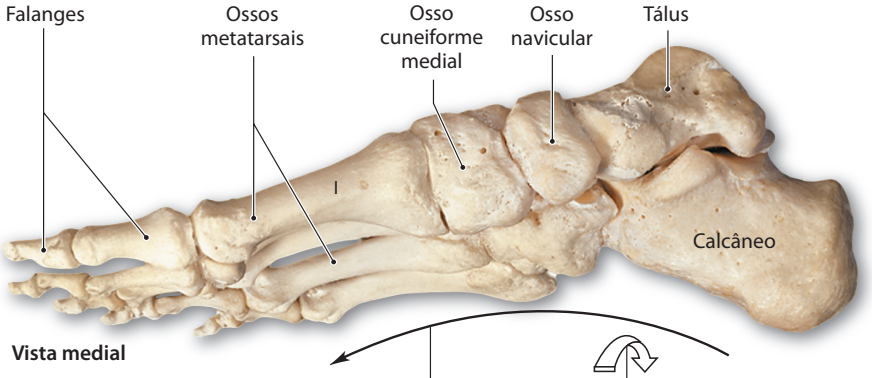


A face lateral da tróclea do tálus articula-se com os maléolos laterais da fíbula.

A porção posterior do calcâneo é uma projeção áspera e saliente. Este é o local de fixação para o **tendão do calcâneo** (tendão de Aquiles), que insere os músculos da panturrilha.



Vista lateral



Vista medial

2 A transferência de peso ocorre ao longo do **arco longitudinal** do pé. A carga transferida para frente depende da posição do pé e da distribuição do peso corporal. Quando o indivíduo apoia-se nos calcanhares, todo o peso do seu corpo recai sobre o calcâneo, mas, ao apoiar-se na ponta dos pés, todo o peso é transferido para os ossos metatarsais e falanges. Ao posicionar-se em pé, normalmente, o peso do corpo é distribuído uniformemente entre o calcâneo e as extremidades distais dos ossos metatarsais.

O arco longitudinal está presente porque ligamentos e tendões conectam o calcâneo às porções distais dos ossos metatarsais. No entanto, a porção lateral (calcânea) do arco longitudinal apresenta uma curvatura muito menos proeminente do que a porção medial (talar). Isso se deve, em parte, ao fato de que a porção talar do arco longitudinal tem, consideravelmente, maior elasticidade. Como resultado, a parte medial da superfície plantar mantém-se elevada, de modo que os músculos, nervos e vasos sanguíneos subjacentes aos ossos metatarsais nessa região não sofrem a compressão causada pelo peso do corpo contra o solo.

O **arco transverso** existe porque o grau de curvatura longitudinal modifica-se desde a margem medial até a margem lateral do pé.

Os arcos dos pés normalmente estão presentes ao nascimento. Contudo, às vezes eles não se desenvolvem adequadamente. Nas **deformações congênitas equinovarus** (pé torto), uma alteração no desenvolvimento muscular distorce a forma dos ossos e das articulações em crescimento. Um ou ambos os pés podem ser acometidos, e a alteração pode ser leve, moderada ou grave. Na maioria dos casos, a tíbia, o tornozelo e o pé são afetados; o arco longitudinal é exagerado e os pés são voltados medialmente (invertidos). Se ambos os pés estão envolvidos, as plantas voltam-se e, praticamente, encontram-se no plano medial. Essa condição, que afeta 1 em cada mil nascimentos, é duas vezes mais comum em meninos do que em meninas. O tratamento imediato na infância, com moldes de gesso ou outros suportes, ajuda a amenizar o problema, e menos da metade dos casos requer cirurgia.

Revisão do Módulo 5.24

a. Identifique os ossos tarsais.

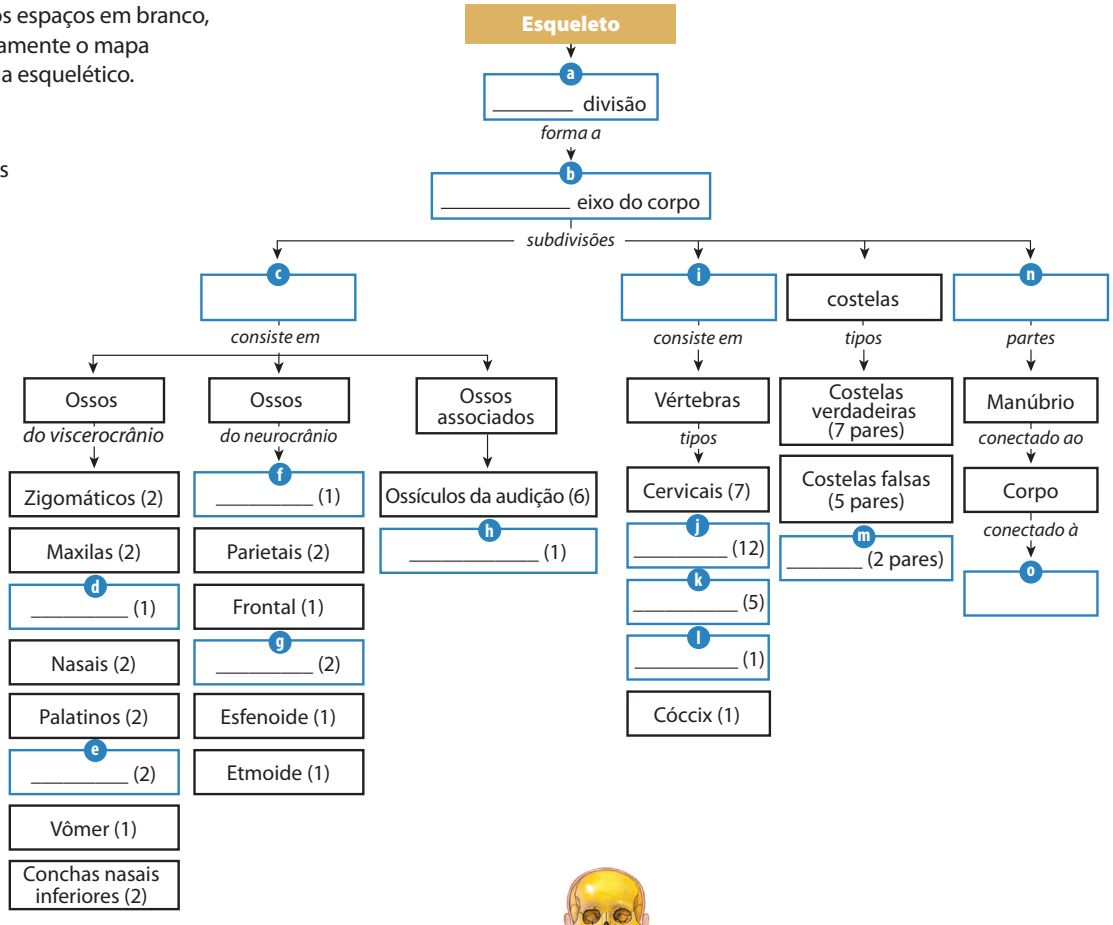
b. Qual osso do pé transmite o peso do corpo da tíbia para os dedos dos pés?

c. Enquanto pulava para trás nos degraus de sua casa, Joice, de 10 anos de idade, caiu sobre seu calcanhar direito e fraturou o pé. Qual osso provavelmente foi fraturado?

1. Mapa conceitual

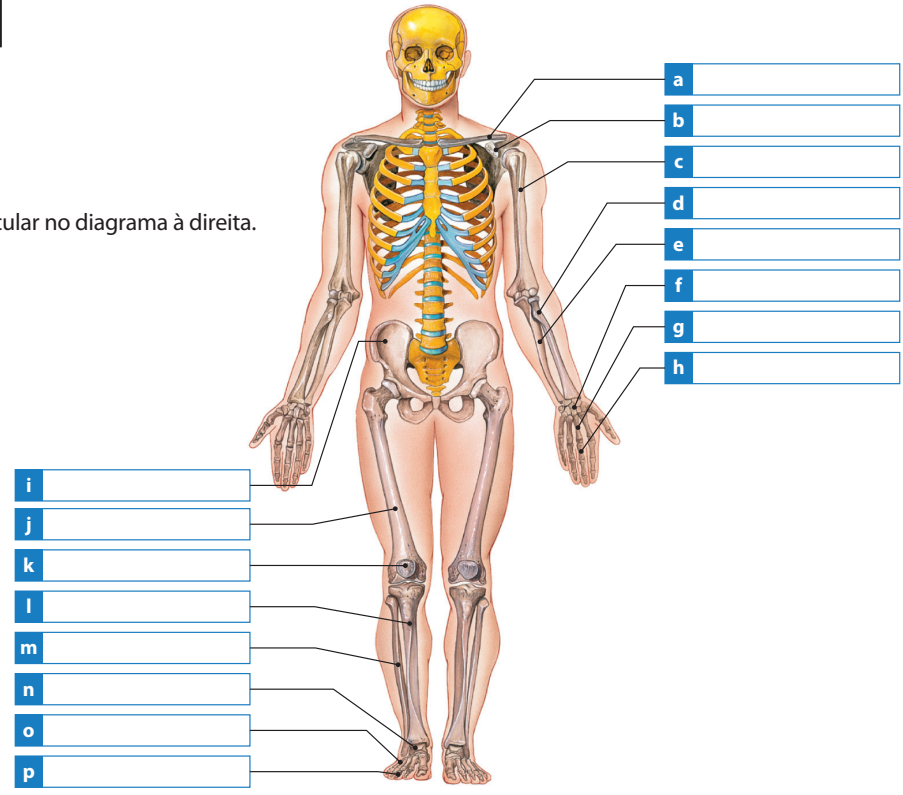
Utilizando os termos seguintes apenas uma vez, preencha os espaços em branco, completando corretamente o mapa conceitual do sistema esquelético.

- Costelas flutuantes
- Temporal
- Mandíbula
- Axial
- Hioide
- Sacral
- Coluna vertebral
- Lacrimal
- Processo xifoide
- Occipital
- Esterno
- Crânio
- Torácica
- Longitudinal
- Lombar



2. Criando legendas

Nomeie os ossos do esqueleto apendicular no diagrama à direita.



Estrutura e movimento das articulações

Como os ossos do esqueleto são relativamente inflexíveis, os movimentos podem ocorrer apenas nas **articulações**, pelas quais dois ossos se interconectam. A estrutura anatômica de uma articulação determina o tipo e a extensão do movimento que ela permite. Cada articulação reflete uma relação entre a necessidade de força e a necessidade de mobilidade. Como resultado, as articulações permitem diferentes graus de extensão em movimentos específicos, e essa propriedade é conhecida como **amplitude de movimento (ADM)**. As articulações são classificadas, com frequência, por sua amplitude de movimento, com subgrupos baseados na estrutura anatômica.

Classificações funcionais e estruturais das articulações

Categoria funcional (grau de movimento)	Categoria estrutural (modo de conexão) e tipo	Descrição	Exemplo
Sinartrose (sem movimento) Em uma sinartrose, as margens ósseas são bastante próximas umas das outras e podem estar encaixadas. Essas articulações extremamente fortes encontram--se em regiões onde não deve haver movimentação entre os ossos por elas interligados.	**Fibrosa** Sutura	**Sutura** (*sutura*, costura) é uma conexão fibrosa (tecido conjuntivo denso) de superfícies encaixadas.	Entre os ossos do crânio
	Gonfose	**Gonfose** (*gomphosis*, parafusado) é uma conexão fibrosa com inserção de uma estrutura em um soquete ósseo.	Entre os dentes e os ossos da maxila ou da mandíbula
	Cartilaginosa Sincondrose	**Sincondrose** (*syn*, junto + *chondros*, cartilagem) é uma articulação constituída por uma lâmina de cartilagem interposta.	Entre a primeira costela e o esterno
Anfiartrose (pouco movimento) As anfiartroses permitem mais movimento que as sinartoses, mas são muito mais rígidas do que as articulações que permitem movimento livre. Nestas articulações os ossos são conectados por fibras colágenas ou cartilagem	**Fibrosa** Sindesmose	Em uma **sindesmose** (*desmos*, faixa ligamentar) os ossos são conectados por um ligamento.	Entre a tíbia e a fíbula
	Cartilaginosa Sínfise	Em uma **sínfise**, os ossos se articulam por um coxim de fibrocartilagem.	Entre os dois púbis (sínfise púbica)
Diartrose (movimento livre)	**Sinovial**	**Articulações diartrodiais** ou **sinoviais** são articulações complexas, delimitadas por cápsulas articulares que contêm fluido sinovial.	Numerosas, subdivididas por tipo e extensão de movimento

Sinartroses e anfiartroses apresentam estrutura simples, uma vez que conectam diretamente os ossos. Diartroses ou articulações diartrodiais são estruturalmente muito complexas e apresentam maior amplitude de movimento. Nesta seção, vamos considerar a estrutura e a função das articulações sinoviais.

As articulações sinoviais (diartroses) são livremente móveis e contêm fluido sinovial

Neste módulo, discutiremos a estrutura geral de uma articulação sinovial. Concentraremos nossa atenção nos componentes principais das articulações sinoviais: cartilagens articulares e estruturas acessórias.

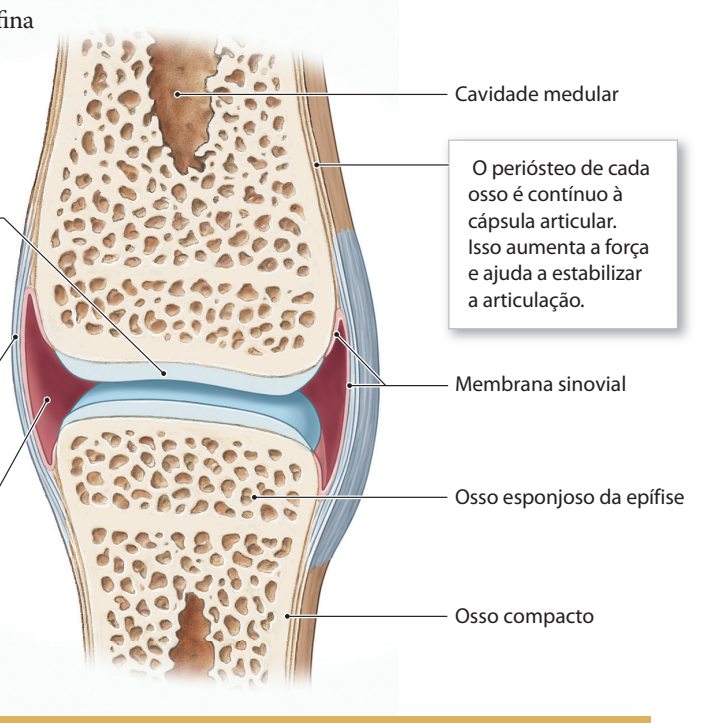
1 Em condições normais, as superfícies ósseas opostas em uma articulação sinovial não se tocam porque são recobertas por cartilagens articulares especiais, que são lisas e lubrificadas. Essa característica, por si só, reduz o atrito durante o movimento na articulação. No entanto, mesmo quando é aplicada uma pressão em uma articulação, as cartilagens articulares lisas não se tocam, pois são separadas por uma fina película de fluido sinovial dentro da cavidade articular.

Componentes das articulações sinoviais

As **cartilagens articulares** assemelham-se à cartilagem hialina, presente em outras partes do corpo. Contudo, as cartilagens articulares não têm pericôndrio, e a matriz contém mais água do que em outras cartilagens.

A **cápsula articular** é densa e fibrosa, e pode ser reforçada com várias estruturas acessórias, como tendões ou ligamentos.

O **fluido sinovial** dentro da cavidade articular lubrifica, amortece choques, reduz o atrito e sustenta os condrócitos das cartilagens articulares.



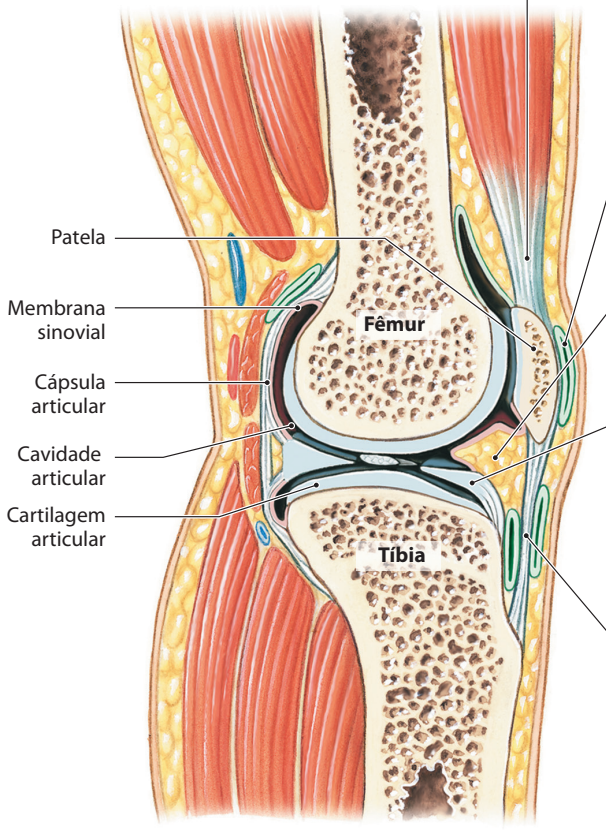
2 Esta tabela resume as principais funções do fluido sinovial. O fluido sinovial é produzido pela membrana sinovial, que reveste a cavidade articular. Durante movimentação normal, o fluido sinovial circula do tecido areolar para dentro da cavidade articular e espalha-se sobre as cartilagens articulares, fornecendo oxigênio e nutrientes para os condrócitos e eliminando resíduos metabólicos.

Funções do fluido sinovial

- **Lubrificação.** Quando parte de uma cartilagem articular é comprimida durante o movimento, uma parte do fluido sinovial é lançada para fora da cartilagem, no espaço entre as superfícies opostas. Essa fina camada de fluido reduz significativamente o atrito entre as superfícies em movimento, de modo similar a uma fina película de água que reduz o atrito entre os pneus de um carro em uma estrada.
- **Distribuição de nutrientes.** O fluido sinovial deve circular continuamente em uma articulação, fornecendo nutrientes e eliminando resíduos na manutenção dos condrócitos das cartilagens articulares. Circula sempre que os movimentos articulares, a compressão e a reexpansão das cartilagens articulares bombeiam fluido sinovial para dentro e para fora da matriz de cartilagem.
- **Absorção de choque.** O fluido sinovial amortece os choques nas articulações sujeitas à compressão. Por exemplo, quando se faz uma caminhada, os joelhos são submetidos à compressão pelo peso do corpo, e o fluido sinovial distribui a força uniformemente através das superfícies articulares e da cápsula articular.

3 Nas articulações sinoviais complexas, como a do joelho, uma variedade de estruturas acessórias proporciona apoio e estabilidade adicional. Muitas dessas estruturas acessórias podem ser observadas nesta ilustração de uma secção sagital da articulação do joelho.

O tendão do músculo quadríceps fixa-se na base da patela. Embora o tendão não faça parte da articulação propriamente dita, ao atravessar ou passar em torno de uma articulação, pode limitar a extensão de movimento, fornecendo suporte mecânico para a articulação.



Estruturas acessórias que apoiam o joelho

Bursa (bolsa) é um pequeno saco preenchido por um líquido que se forma no tecido conjuntivo. Contém fluido sinovial e é revestida por uma membrana sinovial. As bursas geralmente se formam onde um tendão ou ligamento fricciona-se contra outros tecidos. Localizada ao redor da maioria das articulações sinoviais, incluindo a articulação do joelho, as bursas reduzem o atrito e atuam como amortecedores.

Coxins adiposos são massas localizadas de tecido adiposo cobertas por uma camada de membrana sinovial. São geralmente superficiais à cápsula articular e protegem as cartilagens articulares. Quando os ossos se movem, as bolsas de gordura preenchem os espaços criados, acompanhando a mudança de formato da cavidade articular.

Menisco é um bloco de fibrocartilagem entre ossos opostos dentro de uma articulação sinovial. Os meniscos, ou discos articulares, podem subdividir uma cavidade sinovial, canalizar o fluxo do fluido sinovial, ou permitir variações nas formas das superfícies articulares.

Ligamentos acessórios sustentam, fortalecem e reforçam as articulações sinoviais.

Ligamento patelar

Mobilidade e força se compensam como características de uma articulação. Ou seja, uma articulação que oferece muita mobilidade não apresenta muita força de união entre os ossos que a compõem. A sinartrose, o tipo mais forte de articulação, não permite nenhum movimento, enquanto uma diartrose, tal como a da articulação do ombro, é muito menos resistente, mas permite um movimento bastante amplo. Qualquer diartrose poderá ser danificada por movimentos que vão além de sua amplitude normal. Quando estruturas de reforço não suportam cargas extremas de tração, o resultado é uma **luxação**. Em uma luxação, superfícies articulares são forçadas e ficam fora de posição. A luxação pode danificar as cartilagens articulares, romper ligamentos, ou lesionar a cápsula articular. Embora o interior de uma articulação não possua receptores de dor, os nervos que controlam a cápsula, os ligamentos e os tendões são bastante sensíveis, por isso as luxações são muito dolorosas.

Revisão do Módulo 5.25

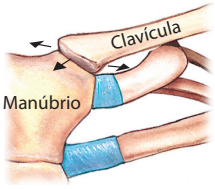
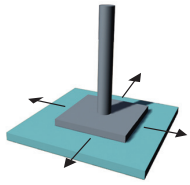
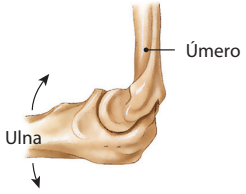
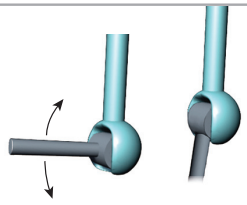
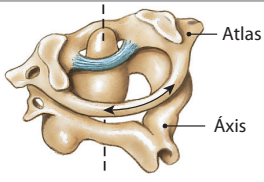
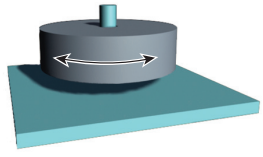
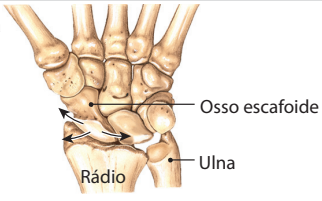
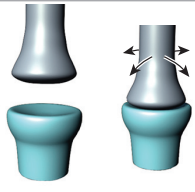
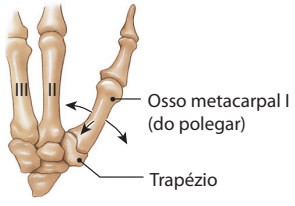
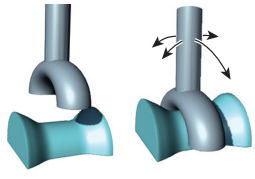
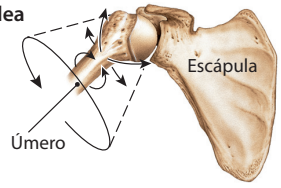
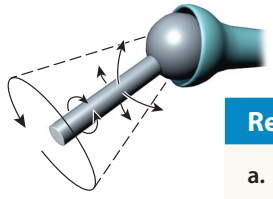
a. Defina luxação.

b. Descreva os componentes de uma articulação sinovial e identifique a função de cada um.

c. Por que a circulação insuficiente de fluido sinovial resultaria em degeneração das cartilagens articulares na articulação afetada?

A organização anatômica determina as propriedades funcionais das articulações sinoviais

Uma descrição precisa das funções de uma articulação inclui termos que indicam os tipos de movimento permitidos. O resumo abaixo mostra exemplos representativos das várias classes de articulações sinoviais anatômicas, com base nos formatos das superfícies articulares. Esta classificação relaciona a estrutura da articulação com modelos simplificados e seus movimentos e lista exemplos de cada grupo de articulações.

Tipos de articulações sinoviais		Tipos de movimentos	Exemplos
Articulação plana Permite um movimento de deslizamento sobre uma superfície relativamente plana			• Articulações acromioclavicular e esternoclavicular • Articulações intercarpais e intertarsais • Articulações costovertebrais • Articulações sacroilíacas
Articulação cilíndrica Permite movimento em apenas um plano, como a dobradiça de uma porta			• Articulações do cotovelo (ulmeroulnar) • Articulações do joelho • Articulações do tornozelo • Articulações interfalângicas
Articulação trocóidea Permite rotação ao redor de um eixo fixo			• Articulação atlantoaxial • Articulações radiulnares proximais
Articulação elipsóidea Permite movimento em dois planos, mas impede a rotação			• Articulações radiocarpais • Articulações metacarpofalângicas 2-5 • Articulações metatarsofalângicas
Articulação selar Permite movimento mais amplo em dois planos e impede a rotação			• Articulação carpometacarpal do polegar
Articulação esferóidea Permite movimentos em múltiplas direções, rotação e circundução			• Articulações do ombro • Articulações do quadril

Revisão do Módulo 5.26

a. Identifique os tipos de articulações sinoviais.

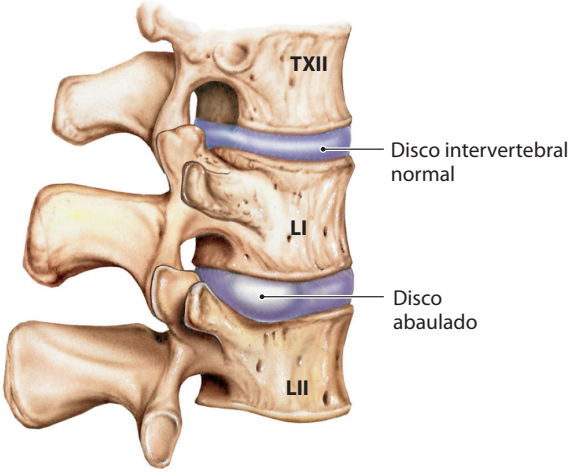
b. Que tipo de articulação sinovial permite maior amplitude de movimento?

c. Indique o tipo de articulação sinovial para cada uma das seguintes articulações: ombro, cotovelo e polegar.

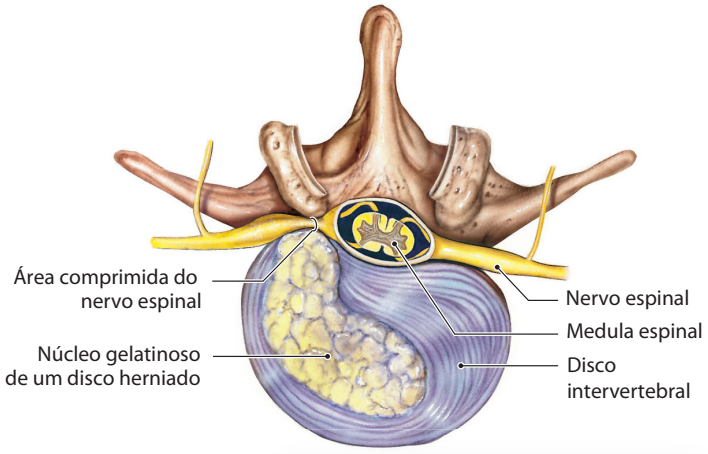
As vértebras adjacentes são separadas pelos discos intervertebrais, que são comprimidos pelo peso do tronco

Do áxis até o sacro, os corpos das vértebras adjacentes são separados e sustentados por discos de fibrocartilagem chamados **discos intervertebrais**. Cada disco consiste em um coxim fibroso com um núcleo gelatinoso que age como um amortecedor.

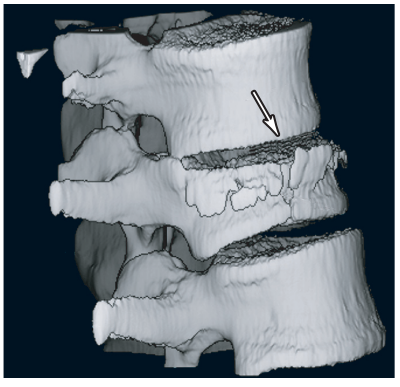
1 Cargas extremas podem deformar um disco intervertebral, deslocando-o parcialmente para dentro do canal vertebral. Essa condição, observada na imagem em vista lateral, é chamada de **abaulamento de disco**. A camada externa resistente da cartilagem torna-se abaulada, o que é considerado como parte do processo normal de envelhecimento.



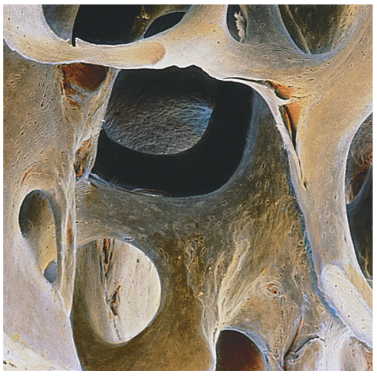
2 Quando o disco articular projeta-se posteriormente no canal vertebral, os nervos espinais são pressionados, produzindo dor e causando alteração na sensação tátil e no controle muscular. Essa condição, chamada de **hérnia de disco**, mostra o núcleo gelatinoso rompendo a camada de fibrocartilagem externa.



3 Os ossos tornam-se mais delgados e mais frágeis em decorrência do processo normal de envelhecimento. A redução na massa óssea começa entre as idades de 30 e 40 anos, em virtude do declínio da atividade dos osteoblastos, enquanto a atividade dos osteoclastos permanece inalterada. Depois dessa fase, as mulheres perdem cerca de 8% da massa óssea a cada década; os homens perdem aproximadamente 3% por década. Quando a redução da massa óssea começa a comprometer a função normal, a condição é conhecida como **osteoporose**. A combinação da osteoporose e a redução das propriedades de amortecimento dos discos intervertebrais fazem com que as fraturas vertebrais sejam um problema comum entre os idosos.



Exame clínico por imagem de uma fratura por compressão em uma vértebra lombar



Osso esponjoso normal MEV × 25

Osso esponjoso com osteoporose MEV × 21

Revisão do Módulo 5.27

a. Qual é a função de um disco intervertebral?

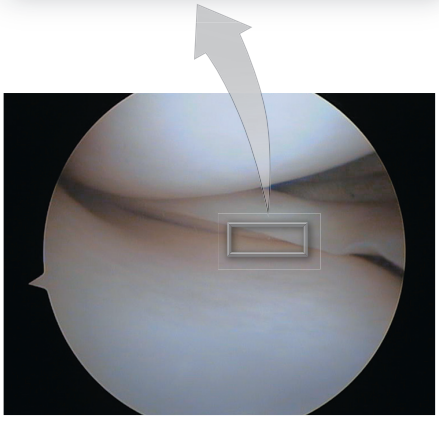
b. Descreva comparativamente o abaulamento de disco e a hérnia de disco.

c. O que é osteoporose?

A artrite pode destruir a estrutura normal da articulação e sua função

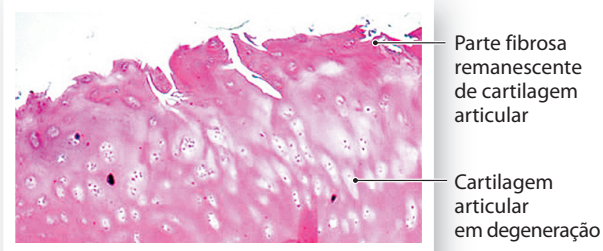
Ao longo da vida as articulações são submetidas a desgastes intensos e, por isso, problemas com a função articular são relativamente comuns, especialmente à medida que envelhecemos. **Reumatismo** é um termo geral que indica dor e rigidez envolvendo ossos, músculos ou ambos. Existem várias formas de reumatismo. A **artrite** engloba todas as doenças reumáticas que afetam as articulações sinoviais. Está associada a danos às cartilagens articulares, porém a causa específica pode variar. A **osteoartrite** geralmente afeta indivíduos com 60 anos ou mais. Pode resultar dos efeitos cumulativos de desgaste em superfícies articulares ou de fatores genéticos que afetam a formação do colágeno. Na população dos Estados Unidos, 25% das mulheres e 15% dos homens acima de 60 anos de idade apresentam sinais da doença.

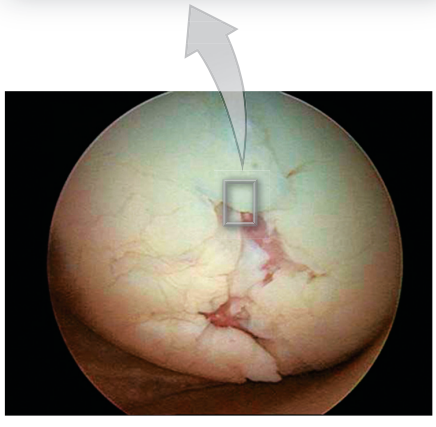
Articulação normal



Artroscopia de cartilagem normal

Articulação artrítica



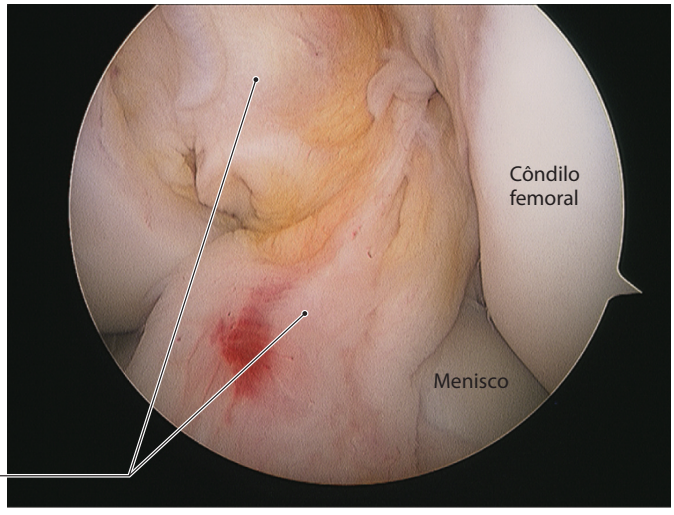


Artroscopia de cartilagem danificada

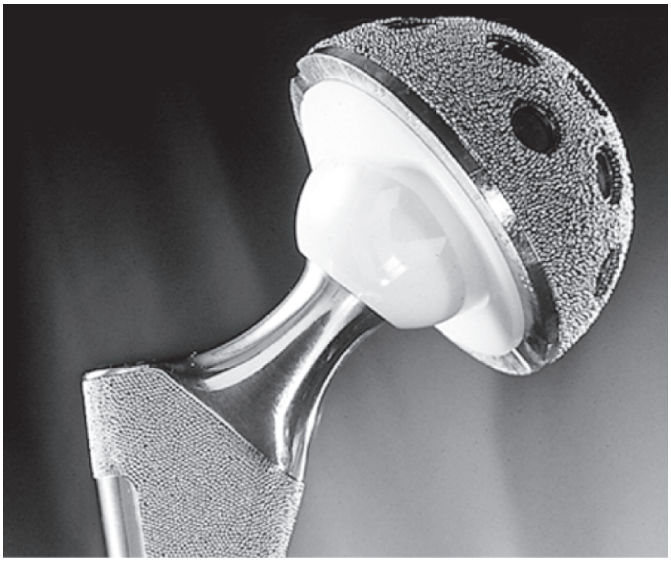
1 Esta é uma cartilagem articular normal. A cartilagem é espessa e a superfície é lisa e viscosa.

2 Esta é uma cartilagem articular danificada pela osteoartrite. As superfícies lisa e escorregadia normais tornam-se rugosa, ressecada e fibrosa, pela presença de fibras de colágeno. Essa alteração aumenta drasticamente o atrito na articulação que, por sua vez, aumenta a degeneração da cartilagem articular.

3 Existem várias opções para se examinar a estrutura das articulações. A imagem a seguir apresenta uma artroscopia, uma visão do interior do joelho esquerdo, mostrando lesões nos ligamentos. O **artroscópio** utiliza fibras ópticas dentro de um tubo estreito para examinar a articulação, sem necessidade de uma cirurgia de grande porte. As fibras ópticas são fios delgados de vidro ou plástico que conduzem luz. As fibras podem ser dobradas, permitindo ótima visualização do interior da articulação. Se necessário, uma segunda incisão (pequena) pode ser feita para inserir instrumentos cirúrgicos flexíveis em intervenções minimamente invasivas, utilizando a visão proporcionada pelo artroscópio. Esse procedimento, chamado de **cirurgia artroscópica**, melhorou muito o tratamento de lesões na articulação do joelho e em outras articulações.



4 Articulações artificiais como estas podem ser o último recurso, quando exercícios físicos regulares, fisioterapia e drogas anti-inflamatórias (tais como a aspirina) apresentam-se ineficazes contra a progressão da artrite. As articulações artificiais (próteses) podem restaurar a mobilidade e aliviar a dor. Infelizmente, a durabilidade da maioria das próteses é de apenas 10 anos, e as cirurgias para implantação em pacientes com 80 ou 90 anos de idade representam grande impacto e riscos consideráveis.


Prótese de quadril

Prótese de ombro

Prótese de joelho

Revisão do Módulo 5.28

a. Descreva comparativamente o reumatismo e a osteoartrite.

b. Explique o uso de um artroscópio.

c. O que é possível fazer para retardar a progressão da artrite?

1. Atividade de associação

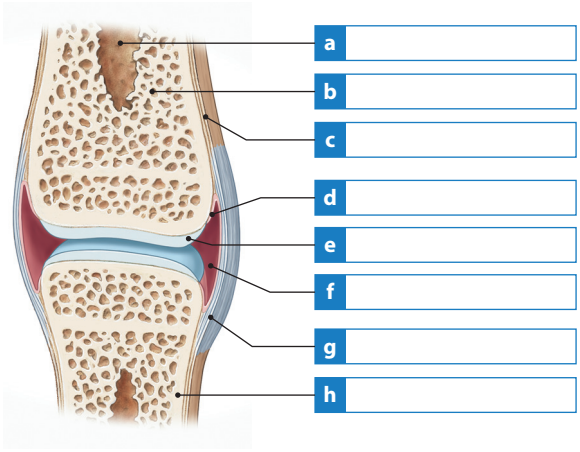
Associe os termos com a descrição que melhor se relaciona a cada um deles:

- Anfiartrose
- Artrite
- Fluido sinovial
- Sinartrose
- Bolsa repleta de líquido
- Diartrose
- Discos de fibrocartilagem
- Articulação do quadril
- Osteoporose
- Cartilagens articulares

a	_____	Articulação livremente móvel
b	_____	Não apresenta pericôndrio
c	_____	Esferóidea
d	_____	Meniscos
e	_____	Articulação imóvel
f	_____	Redução da massa óssea
g	_____	Bursa
h	_____	Articulação ligeiramente móvel
i	_____	Cartilagem articular danificada
j	_____	Provê lubrificação e nutrientes

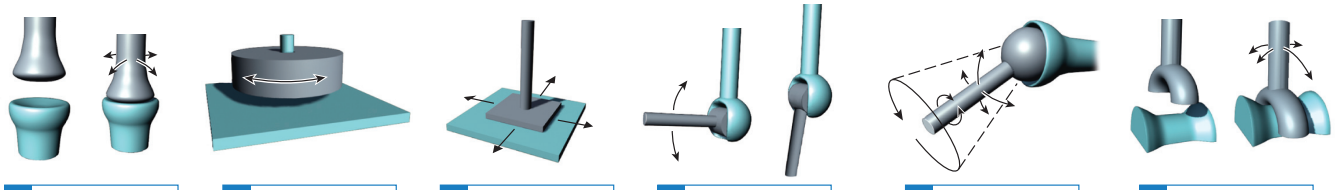
2. Criando legendas

Identifique as estruturas da articulação sinovial na figura à direita.



3. Resposta objetiva

Identifique os tipos de articulações sinoviais representados pelo exemplo de movimento articular.



4. Resposta objetiva

Por que as fraturas vertebrais são um problema comum em idosos?

_____

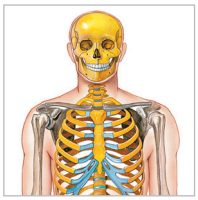
_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

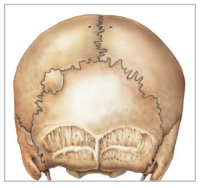
Introdução aos ossos do sistema esquelético



- esqueleto axial
- esqueleto apendicular

5.1

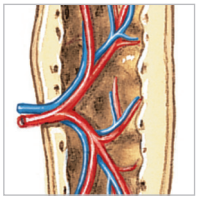
Os ossos são classificados de acordo com sua forma e estrutura, e apresentam uma variedade de características em sua superfície



- ossos planos
- ossos longos
- ossos irregulares
- ossos curtos
- características de superfície
- canal (meato)
- processo
- seio
- forame
- fissura
- cabeça
- tubérculo
- sulco
- tuberosidade
- diáfise
- tróclea
- côndilo
- trocanter
- colo
- faceta
- crista
- fossa
- linha
- espinha
- ramo

5.2

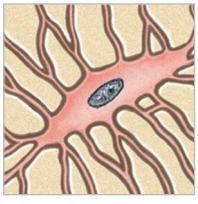
Os ossos longos têm rico suprimento sanguíneo



- epífise
- diáfise
- cavidade medular
- medula óssea vermelha
- medula óssea amarela
- osso compacto
- cartilagem articular
- osso esponjoso
- periósteo

5.3

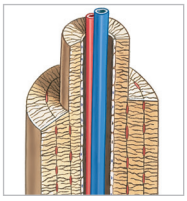
O osso tem uma matriz calcificada associada a osteócitos, osteoblastos e osteoclastos



- osteócitos
- lamelas
- lacuna
- canalículos
- osteoblastos
- ossificação
- osteoclastos
- osteólise
- ósteon
- canal central
- lacunas
- cálcio

5.4

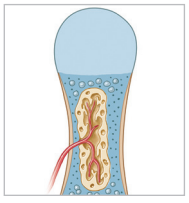
O osso compacto consiste em ósteons paralelos e o osso esponjoso consiste em uma rede de trabéculas



- canal central
- trabéculas
- crescimento aposicional
- fibras perfurantes
- endósteo

5.5

O método mais comum de formação óssea envolve a substituição de cartilagem por tecido ósseo



- ossificação endocondral
- centro de ossificação
- cartilagem epifisária
- ossificação intramembranosa
- ossos membranosos
- linha epifisária

5.6

Anormalidades de crescimento e desenvolvimento ósseo produzem sinais físicos perceptíveis

- nanismo hipofisário
- acondroplasia
- síndrome de Marfan
- gigantismo
- fibrodisplasia ossificante progressiva (FOP)
- ossos heterotópicos (ectópicos)
- acromegalia

5.7

Fratura é uma fissura ou uma ruptura completa do osso

- fratura
- hematoma de fratura
- calo ósseo interno
- calo ósseo externo
- fraturas simples (fechadas)
- fraturas compostas (expostas)
- fraturas transversas
- fraturas em espiral
- fraturas deslocadas
- fraturas não deslocadas
- fraturas por compressão
- fratura em galho verde
- fraturas cominutivas
- fraturas epifisárias
- fratura de Pott
- fratura de Colles

• = *Termos em negrito neste módulo.*

SEÇÃO 2

Esqueleto

- esqueleto axial
  - crânio e ossos associados
  - caixa torácica
  - coluna vertebral
- esqueleto apendicular
  - cíngulo do membro superior
  - membros superiores
  - cíngulo do membro inferior
  - membros inferiores

5.8

Os ossos do viscerocrânio ocupam a parte anterior do crânio e os ossos do neurocrânio, a superfície posterior

- ossos do viscerocrânio
- ossos nasais
- ossos lacrimais
- ossos palatinos
- ossos zigomáticos
- maxilas
- concha nasal inferior
- vômer
- mandíbula
- ossos do neurocrânio
- calvária
- osso frontal
- esfenoide
- etmoide
- ossos parietais
- osso occipital
- osso temporal
- crista occipital externa
- suturas
- sutura coronal
- sutura sagital
- sutura escamosa
- sutura lambdóidea

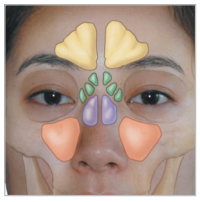
5.9

As características da superfície do crânio são referências funcionais

- escama frontal
- linha temporal superior
- linha temporal inferior
- parte escamosa
- meato acústico externo
- processo mastoide
- processo condilar
- processo estiloide
- processo coronoide
- processo zigomático
- arco zigomático
- protuberância mentual
- processos alveolares
- fossa mandibular
- côndilos occipitais
- forame oval
- canal carótico
- forame jugular
- forame magno

5.10

Referências adicionais são visíveis em secções do crânio



- *crista galli*
- lâmina cribriforme
- sela turca
- meato acústico interno
- complexo nasal
- seios paranasais
- seios frontais
- células aéreas etmoidais
- seios maxilares
- seios esfenoidais
- conchas nasais superiores
- conchas nasais médias
- conchas nasais inferiores

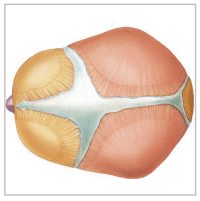
5.11

Os ossos associados ao crânio executam funções especializadas

- ossículos da audição
- osso hioide
- cornos maiores
- cornos menores

5.12

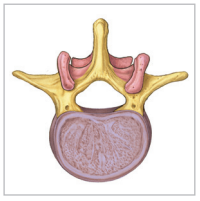
Os fontículos permitem o crescimento craniano em lactentes e crianças



- fontículos
- fontículo esfenoidal
- fontículo mastóideo
- fontículo anterior
- fontículo occipital

5.13

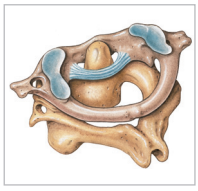
A coluna vertebral apresenta quatro curvaturas e as vértebras têm similaridades anatômicas e diferenças regionais



- curvatura cervical
- curvatura torácica
- curvatura lombar
- curvatura sacral
- processos articulares
- arco vertebral
- corpo vertebral
- forame vertebral
- processo espinhoso
- lâminas
- processos transversos
- pedículos
- discos intervertebrais
- forames intervertebrais
- canal vertebral
- fóvea articular
- processos articulares superiores
- processos articulares inferiores

5.14

Existem sete vértebras cervicais e doze vértebras torácicas



- vértebras cervicais
- forame transverso
- bífido
- atlas
- áxis
- dente
- vértebras torácicas
- fóveas costais

5.15

Existem cinco vértebras lombares; o sacro e o cóccix são formados por vértebras fundidas

- vértebras lombares
- sacro
- asa
- forames sacrais
- base (do sacro)
- promontório do sacro
- ápice (do sacro)
- canal sacral
- processo articular superior
- crista sacral mediana
- hiato sacral
- cóccix
- tuberosidade do sacro
- face auricular do sacro
- crista sacral lateral

• = *Termos em negrito neste módulo.*

5.16

A caixa torácica protege os órgãos do tórax e oferece locais para fixação muscular

- caixa torácica
- costelas
- costelas verdadeiras
- cartilagens costais
- costelas falsas
- costelas flutuantes
- costelas vertebrais
- incisura jugular
- esterno
- manúbrio
- corpo (do esterno)
- processo xifoide

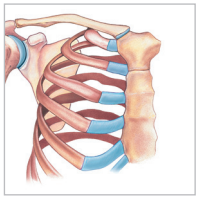
5.17

Anomalias no esqueleto axial afetam diretamente a postura e o equilíbrio

- cifose
- escoliose
- lordose

5.18

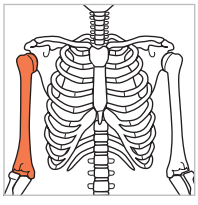
Cíngulo dos membros superiores – as clavículas e as escápulas – ligam os membros superiores ao esqueleto axial



- cíngulo do membro superior
- clavícula
- escápula
- extremidade esternal
- acrômio
- extremidade acromial (da clavícula)
- corpo (da escápula)
- margem superior
- margem medial
- margem lateral
- ângulo superior
- ângulo inferior
- ângulo lateral
- fossa subescapular
- cavidade glenoidal
- espinha da escápula
- fossa supraespinal
- fossa infraespinal
- processo coracoide

5.19

O úmero articula-se com o rádio e a ulna (ossos do antebraço)



- úmero
- epicôndilo medial
- epicôndilo lateral
- sulco intertubercular
- capítulo
- côndilo
- cabeça do úmero
- tubérculo menor
- colo anatômico
- colo cirúrgico
- tuberosidade deltoide
- tubérculo maior
- sulco radial
- tróclea
- fossa do olécrano
- fossa coronoide
- ulna
- rádio
- olécrano
- cabeça da ulna
- processo estiloide (ulna)
- cabeça do rádio
- colo (do rádio)
- tuberosidade do rádio
- membrana interóssea
- incisura ulnar
- processo estiloide (rádio)
- incisura troclear
- processo coronoide
- incisura radial
- articulação radiulnar proximal
- articulação radiulnar distal

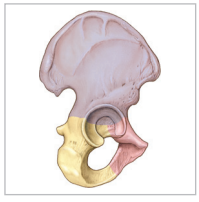
5.20

O punho é composto pelos ossos carpais, e a mão é composta pelos ossos metacarpais e falanges

- carpo
- escafoide
- semilunar
- piramidal
- pisiforme
- trapézio
- trapezoide
- capitato
- hamato
- ossos metacarpais
- falanges
- polegar

5.21

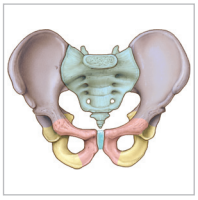
O osso do quadril é formado pela fusão do ílio, ísquio e púbis



- cíngulo do membro inferior
- osso do quadril
- ílio
- ísquio
- púbis
- sínfise púbica
- espinhas ilíacas
- linhas glúteas
- incisura isquiática maior
- crista ilíaca
- acetábulo
- túber isquiático
- espinha isquiática
- forame obturado
- ramo do ísquio
- ramo inferior do púbis
- ramo superior do púbis

5.22

A pelve é constituída por dois ossos do quadril mais o sacro e o cóccix



- pelve
- articulação sacroilíaca
- sínfise púbica
- pelve maior
- pelve menor
- cavidade pélvica
- entrada pélvica
- saída pélvica

5.23

O fêmur articula-se com a patela e a tíbia

- fêmur
- patela
- tíbia
- fíbula
- ossos tarsais
- ossos metatarsais
- falanges
- colo (fêmur)
- trocanter maior
- cabeça do fêmur
- linha inter-trocantérica
- trocanter menor
- tuberosidade glútea
- linha áspera
- côndilo medial
- côndilo lateral
- face patelar
- fossa intercondilar
- tíbia
- côndilo medial
- côndilo lateral
- fíbula
- cabeça (fíbula)
- maléolos laterais
- tuberosidade da tíbia
- membrana interóssea
- margem anterior (tíbia)
- maléolo medial
- eminência intercondilar

• = *Termos em negrito neste módulo.*

5.24

O tornozelo e o pé contêm ossos tarsais, metatarsais e falanges

- tornozelo
- ossos tarsais
  - calcâneo
  - tálus
  - navicular
  - cuboide
- ossos cuneiformes
- tróclea
- ossos metatarsais
- falanges
- hálux
- tendão do calcâneo
- arco longitudinal
- arco transverso
- deformações congênitas equinovarus

SEÇÃO 3

Estrutura e movimento das articulações

- articulações
- amplitude de movimento (ADM)
- sinartrose
- sutura
- gonfose
- sincondrose
- anfiartrose
- sindesmose
- sínfise
- diartrose

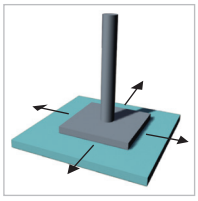
5.25

As articulações sinoviais (diartroses) são livremente móveis e contêm fluido sinovial

- cartilagens articulares
- cápsula articular
- fluido sinovial
- bursa
- coxins adiposos
- menisco
- ligamentos acessórios
- luxação

5.26

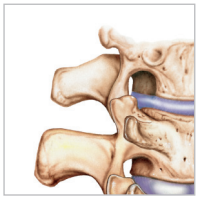
A organização anatômica determina as propriedades funcionais das articulações sinoviais



- articulação plana
- articulação cilíndrica
- articulação trocóidea
- articulação elipsóidea
- articulação selar
- articulação esferóidea

5.27

As vértebras adjacentes são separadas pelos discos intervertebrais, que são comprimidos com o peso do tronco



- discos intervertebrais
- abaulamento de disco
- hérnia de disco
- osteoporose

5.28

A artrite pode destruir a estrutura normal da articulação e sua função

- reumatismo
- artrite
- osteoartrite
- artroscópio
- cirurgia artroscópica

- = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Fisioterapeuta

A PROFISSÃO

Em linhas gerais, os fisioterapeutas trabalham com pacientes que têm condições médicas, doenças ou lesões que limitam sua capacidade de movimento e execução de atividades básicas, causadas por acidentes, malformações genéticas ou vícios posturais.

A formação do profissional exige um amplo conhecimento de fisiologia, anatomia, histologia e embriologia humana para embasar temas específicos de citologia, fisiologia, biofísica, bioquímica, biomecânica, cinesiologia, farmacologia, neurociências e genética.

No Brasil, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito) reconhece 13 especialidades fisioterápicas: respiratória, neurofuncional, acupuntura, quiropraxia, traumato-ortopédica funcional, esportiva, do trabalho, dermatofuncional, saúde coletiva, oncológica, ginecológica, osteopática e terapia intensiva.

Essas divisões não são estanques: o mais comum é que o profissional mescle conhecimentos de áreas diferentes em seu trabalho. Faz parte do cotidiano pesquisar e eleger a melhor técnica a ser utilizada na reabilitação do paciente, sempre em conjunto com outros profissionais de saúde – médicos, terapeutas ocupacionais e educadores físicos, por exemplo.

A fisioterapia está em evolução constante. Métodos terapêuticos hoje amplamente difundidos, como o RPG e o Rolfing, surgiram há poucas décadas. No Brasil, o Coffito vem sempre estabelecendo parâmetros para o uso de novas técnicas, de acordo com o códigode ética da profissão.

O profissional encontra mercado não só em clínicas de fisioterapia, mas também em hospitais, clubes esportivos e

academias, além de centros de reabilitação, como a AACD e a Rede Sarah. Grandes empresas contratam fisioterapeutas para ministrar práticas de ginástica laboral para os funcionários. Também é bastante comum que o fisioterapeuta atenda pacientes acamados em domicílio, no sistema *home care*. No setor público, além da rede hospitalar, os profissionais têm espaço em programas de medicina preventiva, como o Saúde da Família, e até na área forense, emitindo laudos técnicos na área de justiça trabalhista.

Outra opção é seguir a área acadêmica, completando a formação com pós-graduação (residência, mestrado e doutorado). A carreira docente apresenta grande empregabilidade, com a frequente criação de novos cursos universitários de Fisioterapia pelo país, que quintuplicaram nos últimos 15 anos. A pesquisa científica também pode ser um ramo promissor.

Saiba mais

Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional – www.coffito.org.br

Associação de Fisioterapeutas do Brasil – www.afb.org.br

Federação Nacional dos Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais – www.fenafito.com.br

A USP e as profissões – http://prceu.usp.br/uspprofissoes

Essa carreira é ideal para você? Assim como em outras carreiras da saúde, o fisioterapeuta não tem uma rotina fixa de trabalho. Cada paciente exige um tratamento específico, de acordo com seu diagnóstico. A dedicação é total e já começa durante a graduação, que toma a maior parte do tempo do aluno. O fisioterapeuta deve ter em mente que o paciente é sua prioridade, muitas vezes em detrimento de feriados e finais de semana.

Formação Na maior parte das universidades brasileiras, o curso de Fisioterapia dura cinco anos, cumpridos em período integral. A carga horária média é de 4 mil horas. O estágio na área é obrigatório e pode ser realizado em hospitais e unidades de saúde vinculados à própria universidade. Além do conhecimento específico, o graduando tem contato com tópicos de Psicologia, Filosofia e Direito. Em várias universidades, o estudante cursa disciplinas com graduandos de outros cursos correlatos, como Fonoaudiologia e Educação Física, que compartilham parte da grade curricular.

Muitos dos postos de trabalho disponíveis exigem que o fisioterapeuta tenha realizado um curso de especialização. Segundo dados das entidades de classe, mais de 75% dos fisioterapeutas brasileiros frequentaram algum curso de especialização depois da graduação. A carreira exige atualização, sendo constante a possibilidade de aprendizado sobre novas técnicas e equipamentos de trabalho.

Para exercer a profissão plenamente, o fisioterapeuta recém-formado tem de se registrar no Conselho Regional de Fisioterapia de sua cidade. A abertura de uma clínica própria também deve ser chancelada pelo órgão.

Remuneração média O piso salarial da categoria em São Paulo (dados de 2013) é de R$ 2.050,00 de acordo com a Federação Nacional dos Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais (Fenafito). A legislação brasileira prevê uma jornada de trabalho de, no máximo, 30 horas semanais. O Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Crefito) também estabelece referenciais de honorários para cada procedimento fisioterápico.

Perspectivas profissionais Em 2013, o Coffito contava com cerca de 176 mil fisioterapeutas registrados. Apesar do grande número, mais da metade deles se encontra no Sul e no Sudeste. Por isso, o fisioterapeuta recém-formado deve considerar trabalhar em outras regiões do país, onde o número de profissionais é bem menor. Diversos órgãos públicos, como prefeituras, governos estaduais e as Forças Armadas, realizam concursos para fisioterapeutas, muitas vezes com remuneração maior que a média nacional.

O Rio de Janeiro sediará os próximos Jogos Olímpicos, em 2016. E desde já os atletas das modalidades disputadas nos Jogos estão em treinamento, o que deve aumentar a demanda por fisioterapeutas da área esportiva nos próximos anos.

Fontes consultadas

Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito). *Site*: <www.coffito.org.br>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Ministério da Educação. *Site*: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Página sobre o curso de Fisioterapia da PUC-PR. Disponível em: <www.pucpr.br/graduacao/fisioterapia>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Capítulo 5 – Questões de revisão

1. Se o osso esponjoso não possui ósteons, como os nutrientes chegam aos osteócitos?
2. Por que forças aplicadas lateralmente ao eixo de um osso longo oferecem maior risco de fratura do que forças aplicadas ao longo do eixo?
3. Por que um médico preocupado com o crescimento relativo de uma criança solicitaria raio x da mão?
4. Enquanto trabalhava em uma área de escavação, uma antropóloga encontrou vários ossos de crânio pequenos. Ela examinou os ossos frontal, parietal e occipital e concluiu que os crânios eram de crianças que não chegaram a completar 1 ano de idade. Como ela pode saber a idade dessas crianças a partir do exame macroscópico desses ossos?
5. Por que uma pessoa que sofre de osteoporose está mais propensa a sofrer uma fratura no quadril do que uma fratura no ombro?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

6 Sistema muscular

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia funcional do tecido muscular esquelético

6.1 Descrever a organização do tecido muscular esquelético.
6.2 Identificar os componentes estruturais de um sarcômero e diferenciar filamentos finos de filamentos grossos.
6.3 Identificar os componentes da junção neuromuscular e resumir os eventos envolvidos no controle neural das fibras musculares esqueléticas.
6.4 Descrever a teoria do filamento deslizante.
6.5 Descrever a função da ATP na contração muscular e explicar as etapas envolvidas na contração de uma fibra muscular esquelética.

SEÇÃO 2 • Propriedades funcionais do tecido muscular esquelético

6.6 Descrever o mecanismo responsável pela tensão produzida em uma fibra muscular e discutir os fatores que afetam o ponto de tensão máxima durante a contração do músculo esquelético.
6.7 Explicar a função das unidades motoras na produção de tensão muscular.
6.8 Comparar e diferenciar a contração isotônica e a contração isométrica.
6.9 Descrever como o ATP é produzido nos músculos durante o repouso, a atividade moderada e o ponto de atividade máxima.
6.10 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar os fatores fisiológicos envolvidos na hipertrofia muscular, atrofia, paralisia e no *rigor mortis* (rigidez cadavérica).

SEÇÃO 3 • Organização funcional do sistema muscular

6.11 Explicar como o nome de um músculo pode ajudar a identificar a sua localização, forma ou função.
6.12 Descrever os movimentos de flexão, extensão, abdução, adução e circundução.
6.13 Descrever a rotação e outros movimentos específicos do corpo.
6.14 Descrever a classificação dos músculos nas divisões axial e apendicular e identificar os principais músculos em cada divisão.
6.15 Identificar os principais músculos da cabeça e do pescoço, suas origens, inserções e ações.
6.16 Identificar os principais músculos da coluna vertebral, suas origens, inserções e ações.
6.17 Identificar os principais músculos do tronco, suas origens, inserções e ações.
6.18 Identificar os principais músculos apendiculares do tronco, suas origens, inserções e ações.
6.19 Identificar os principais músculos do braço, antebraço e dedos, suas origens, inserções e ações.
6.20 Identificar os principais músculos que movem a perna, suas origens, inserções e ações.
6.21 Identificar os principais músculos que movem o pé e seus dedos, suas origens, inserções e ações.

Anatomia funcional do tecido muscular esquelético

O tecido muscular, um dos quatro tipos de tecidos primários, é formado principalmente de células musculares, altamente especializadas para contração. Sem os três tipos de tecido muscular – muscular esquelético, muscular cardíaco e muscular liso – nada no corpo se moveria, e o próprio corpo não poderia mover-se. Neste capítulo, consideraremos a estrutura e a função do tecido muscular esquelético. Cada célula nesse tecido é uma fibra muscular individual. Os **músculos esqueléticos** são órgãos compostos basicamente de tecido muscular esquelético, além de tecidos conjuntivos, nervos e vasos sanguíneos. Esses músculos estão direta ou indiretamente ligados aos ossos e têm várias funções, conforme detalhamos na lista de funções.

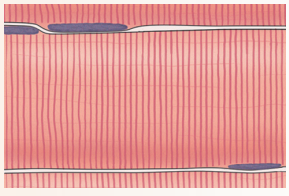
Funções do tecido muscular esquelético

- **Produzir o movimento do esqueleto.** As contrações do músculo esquelético tracionam tendões e movem os ossos a eles relacionados. Os efeitos vão de movimentos simples, como estender o braço ou respirar, aos movimentos altamente coordenados de natação, esqui ou digitação.
- **Manter a postura e posição do corpo.** A tensão nos músculos esqueléticos mantém as posturas corporais – por exemplo, sustenta sua cabeça imóvel enquanto você lê um livro ou equilibra o peso do seu corpo sobre seus pés enquanto você caminha. Sem uma atividade muscular constante, você não poderia sentar-se, ou mesmo manter-se em pé.
- **Sustentar tecidos moles.** A parede e o assoalho da cavidade abdominopélvica consistem em camadas de músculo esquelético. Esses músculos sustentam as vísceras e protegem e os tecidos internos de lesões.
- **Proteger entradas e saídas.** Os músculos esqueléticos circundam as entradas dos tratos digestório e urinário. Esses músculos (esfíncteres) permitem controle voluntário da deglutição, evacuação e micção.
- **Manter a temperatura corporal.** As contrações musculares necessitam de energia; sempre que há uso de energia no corpo, parte dela é convertida em calor. O calor liberado pelo trabalho dos músculos mantém a temperatura do corpo na variação requerida para seu funcionamento normal.
- **Oferecer reservas de nutrientes.** Quando a dieta contém proteínas ou calorias inadequadas, as proteínas contráteis dos músculos esqueléticos são quebradas em aminoácidos, que são liberados na circulação. O fígado pode usar alguns desses aminoácidos para sintetizar a glicose. Aminoácidos também podem ser quebrados para fornecer energia.

Tecido muscular

Tecido muscular esquelético

As contrações do tecido muscular esquelético movimentam o corpo, tracionando os ossos do esqueleto, fazendo com que nos seja possível andar, dançar, morder uma maçã ou tocar um instrumento.



Tecido muscular cardíaco

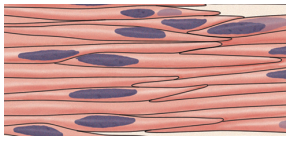
As contrações do tecido muscular cardíaco (no coração) impulsionam o sangue através dos vasos sanguíneos.

(*Veja o Capítulo 12.*)

Tecido muscular liso

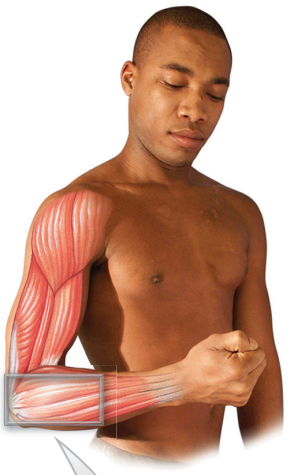
As contrações do tecido muscular liso movem fluidos e sólidos ao longo do trato digestório e regulam o diâmetro das artérias menores, entre outras funções.

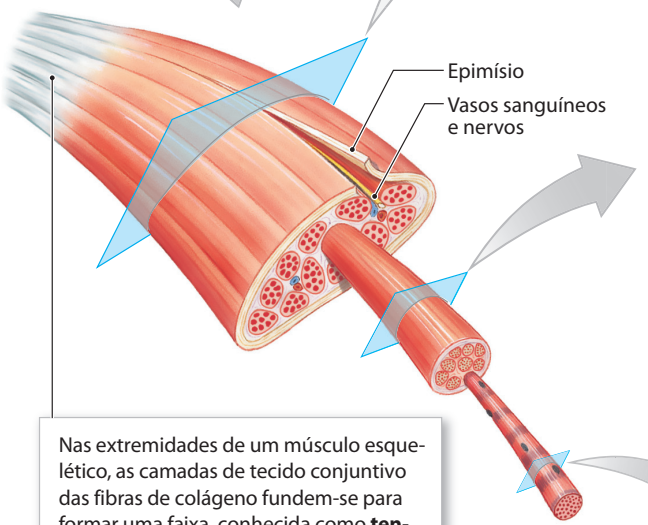
(*Veja o Capítulo 15.*)



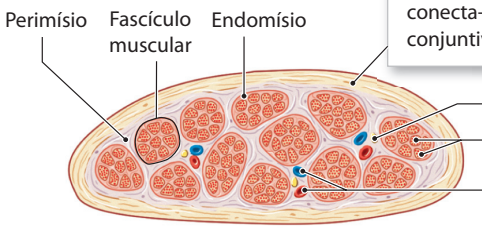
No Módulo 6.1 estudaremos a anatomia funcional de um músculo esquelético típico. Nesta seção enfatizaremos as características estruturais microscópicas que possibilitam as contrações musculares.

O músculo esquelético contém tecido muscular esquelético, tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos e nervos



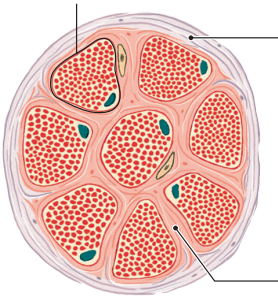


Nas extremidades de um músculo esquelético, as camadas de tecido conjuntivo das fibras de colágeno fundem-se para formar uma faixa, conhecida como **tendão**, ou lâmina ampla, chamada **aponeurose**. O tendão liga o músculo a um ponto específico em um osso; a aponeurose liga o músculo a uma área ampla que pode incluir mais de um osso. No local onde o tendão encontra o osso, fibras de colágeno estendem-se para dentro da matriz óssea, constituindo uma fixação firme. Dessa forma, a contração muscular pode movimentar o osso.



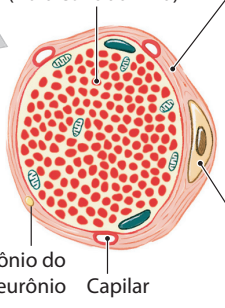
O **epimísio** (*epi-*, sobre + *mys*, músculo) é uma camada densa de fibras colágenas que envolve todo o músculo. O epimísio separa o músculo dos tecidos e órgãos adjacentes e conecta-se a uma camada de tecido conjuntivo denso.

1 O **músculo esquelético** é um órgão complexo que contém fibras musculares esqueléticas, tecidos conjuntivos que controlam a força de contração muscular, vasos sanguíneos que nutrem as fibras musculares e nervos que acionam e regulam as contrações.



O **perimísio** (*peri-*, ao redor) é uma camada fibrosa que divide o músculo esquelético em uma série de compartimentos. Além do colágeno e das fibras elásticas, o perimísio contém vasos sanguíneos e nervos, que mantêm o fluxo sanguíneo e regulam a contração das fibras musculares no interior de cada um dos fascículos.

2 O **fascículo muscular** (*fascículo*, conjunto) é um feixe de fibras musculares. As fibras do perimísio separam os fascículos uns dos outros.

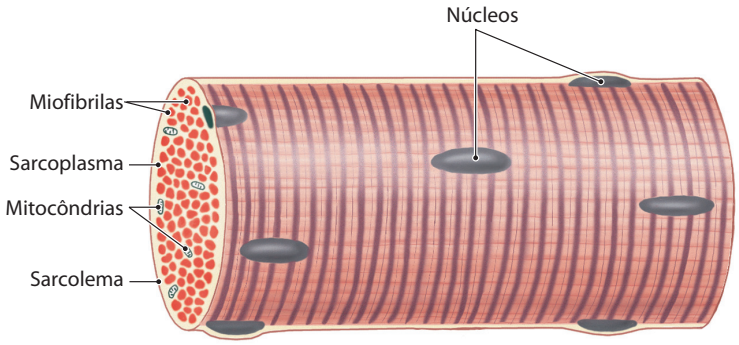


Dentro de um fascículo, o tecido conjuntivo delicado do **endomísio** (*endo*, dentro) circunda individualmente as fibras musculares do tecido esquelético e interconecta as fibras musculares adjacentes.

As células-tronco espalhadas entre as fibras musculares atuam reparando o tecido muscular danificado.

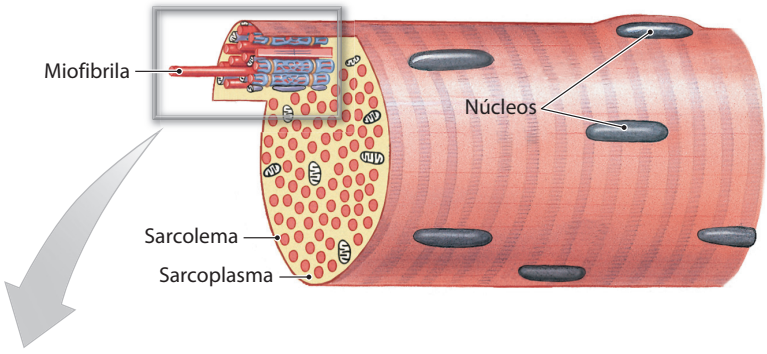
3 As **fibras musculares** individuais são envoltas pelo delicado endomísio, que contém capilares, células-tronco e axônios de neurônios que controlam a contração das fibras musculares.

4 As fibras do músculo esquelético maduro são enormes. Uma fibra muscular de um músculo da coxa pode ter um diâmetro de 100 µm e um comprimento de até 30 cm. Cada fibra do músculo esquelético contém centenas de núcleos. Os genes nesses núcleos controlam a produção de enzimas e proteínas estruturais necessárias para a contração muscular normal. Como as fibras musculares esqueléticas apresentam tamanho e aparência muito particulares, termos especiais são utilizados para descrevê-las. A membrana plasmática é chamada de **sarcolema** (*sarkos*, carne + *lema*, casca), e o citoplasma é chamado de **sarcoplasma**.

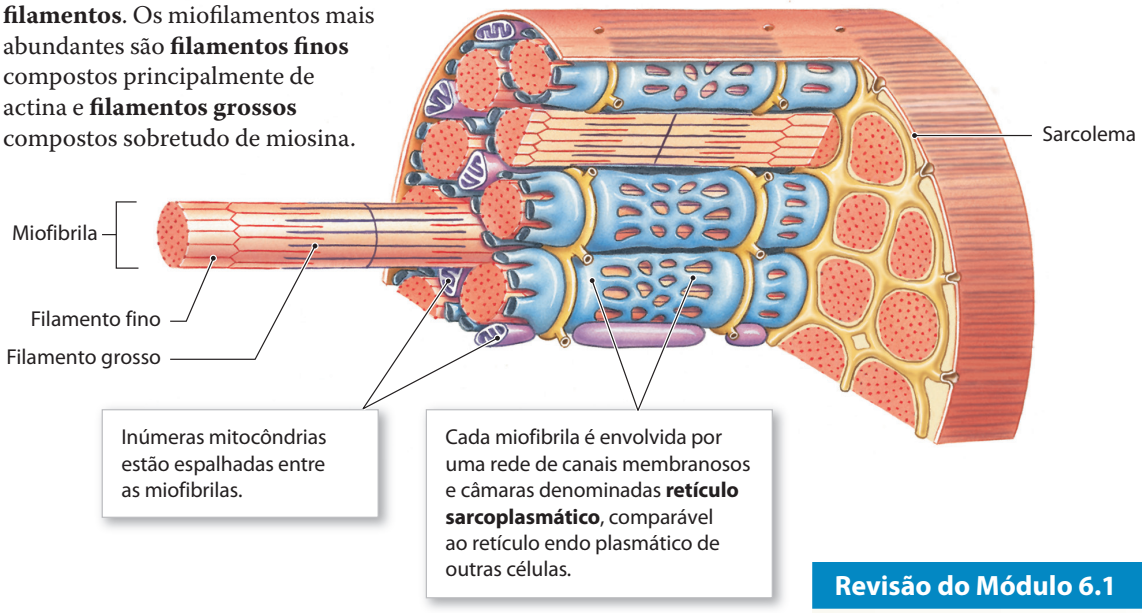


Fibra muscular esquelética

5 **Miofibrila** (*mio-*, músculo) é uma estrutura cilíndrica de 1 a 2 µm de diâmetro, de comprimento igual ao da fibra muscular. O sarcoplasma de uma única fibra muscular esquelética pode conter centenas a milhares de miofibrilas. Como cada miofibrila tem aspecto listrado, e a fibra é composta por miofibrilas dispostas lado a lado, toda a fibra muscular parece ter faixas, ou estrias.



6 As miofibrilas consistem em feixes de filamentos de proteínas denominados **miofilamentos**. Os miofilamentos mais abundantes são **filamentos finos** compostos principalmente de actina e **filamentos grossos** compostos sobretudo de miosina.



Revisão do Módulo 6.1

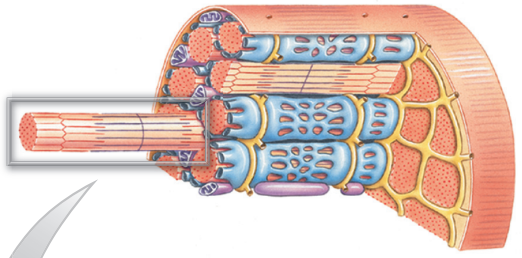
a. Defina tendão e aponeurose.

b. Descreva as camadas de tecido conjuntivo associadas ao tecido muscular esquelético.

c. Explique a relação entre as fibras musculares, miofibrilas e miofilamentos.

As fibras musculares esqueléticas possuem miofibrilas contráteis que contêm de centenas a milhares de sarcômeros

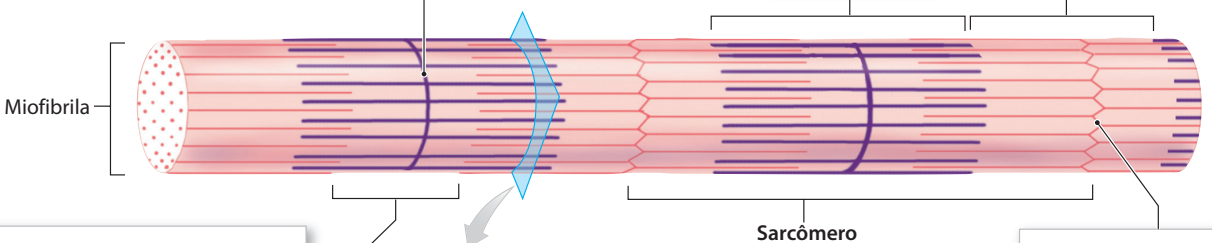
1 As miofibrilas contêm unidades funcionais que se repetem, denominadas **sarcômeros** (*sarkos*, carne + *meros*, parte). Cada miofibrila consiste em aproximadamente 10 mil sarcômeros, cada com um comprimento de repouso de cerca de 2 µm.



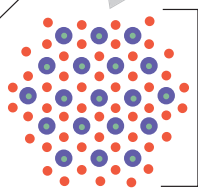
A **linha M** conecta a porção central de cada filamento espesso.

A **banda A** é uma região densa do sarcômero que contém filamentos espessos.

Cada **banda I** contém apenas filamentos finos e se estende desde a banda A de um sarcômero até a banda A do próximo.



Em um sarcômero em repouso, a **banda H** é uma região mais clara em ambos os lados da linha M. A banda H contém filamentos espessos, mas não filamentos finos.

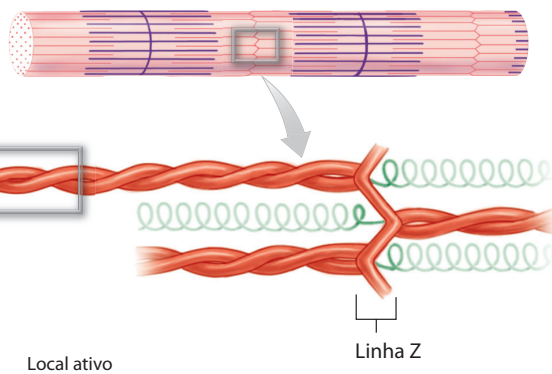


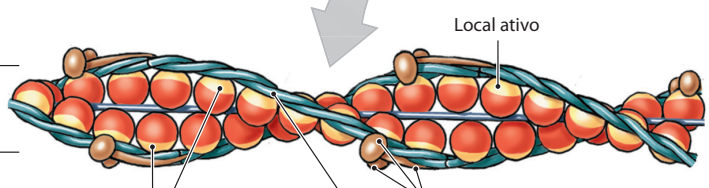
Na **zona de sobreposição**, há filamentos finos interpostos entre os filamentos espessos.

As **linhas Z** marcam o limite entre sarcômeros adjacentes.

Estrutura dos filamentos finos

2 Em ambas as extremidades do sarcômero, os filamentos finos estão ligados à linha Z. Como indicado nesta vista ampliada, cada filamento é composto principalmente pela proteína **actina**, mas também contém outras proteínas em menores quantidades.





Cada filamento fino é um cordão torcido de moléculas de actina globulares.

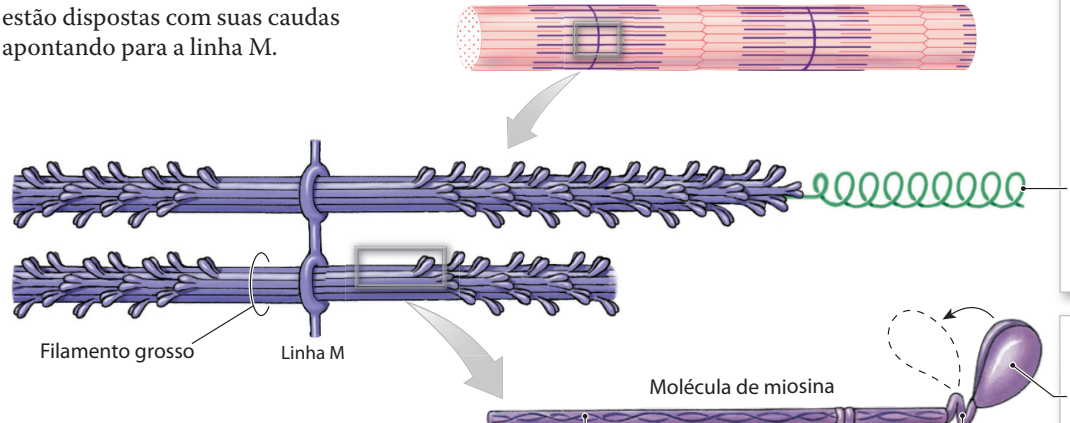
Cada molécula de actina contém um sítio ativo capaz de conectar-se à proteína miosina.

Complexo de **tropomiosina** (*tropos*, girar) reveste os sítios ativos nas moléculas de actina e impede as interações actina-miosina.

A **troponina** liga-se à tropomiosina e à actina, mantendo o complexo troponina-tropomiosina em posição. A troponina também tem receptores que se ligam a íons de cálcio.

Estrutura dos filamentos grossos

3 Cada filamento grosso contém aproximadamente 300 **moléculas de miosina**. Todas as moléculas de miosina estão dispostas com suas caudas apontando para a linha M.



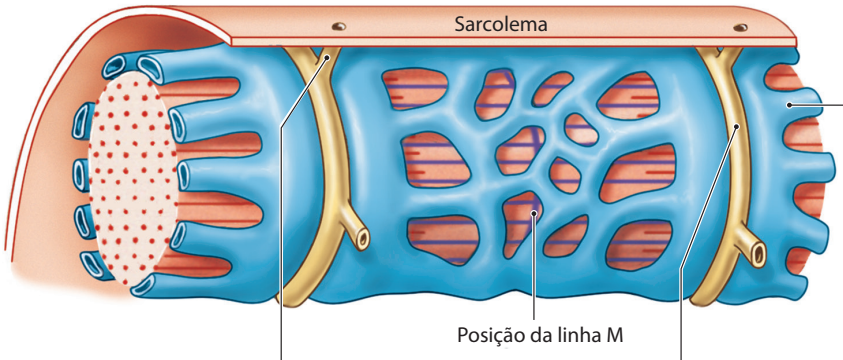
Cada filamento grosso tem um centro que se prolonga através da banda I até a linha Z do mesmo lado. A porção exposta desse centro, dentro da banda I, é elástica e recua após o alongamento. Isso ajuda a manter os filamentos grossos e finos devidamente alinhados.

A **cabeça** livre tem duas subunidades de proteína globular. Durante a contração, as cabeças da miosina conectam-se aos filamentos finos, formando pontes cruzadas.

Cada **cauda** longa da miosina está ligada a outras moléculas de miosina dentro do filamento grosso.

A ligação entre a cabeça e a cauda funciona como uma dobradiça, articulando a cabeça à base da molécula.

4 O sarcolema separa o sarcoplasma do fluido intersticial circundante, e cargas positivas e negativas são distribuídas de forma diferente em cada lado do sarcolema. Essa distribuição desigual de cargas é chamada de **potencial de membrana**. Todas as células vivas têm um potencial de membrana característico, que determina a permeabilidade seletiva da membrana plasmática. A mudança súbita do potencial de membrana em fibras musculares esqueléticas é o primeiro passo para a produção de contração muscular. Essas mudanças são provocadas pela atividade de uma célula nervosa em um local específico do sarcolema e são rapidamente propagadas (espalhadas) ao longo de toda a superfície da fibra muscular.



O **retículo sarcoplasmático (RS)**, similar ao retículo endoplasmático liso de outras células, forma uma rede tubular em torno de cada miofibrila. Em ambos os lados de um túbulo T, os túbulos do RS ampliam-se, fundem-se e formam câmaras expandidas. A membrana do RS contém bombas de íons que ejetam íons de cálcio a partir do sarcoplasma para o interior do RS. Assim, uma contração muscular se inicia quando uma alteração no potencial de membrana do túbulo T provoca a liberação de íons cálcio (armazenados no sarcoplasma) para o interior do RS.

Túbulos transversos ou **túbulos T** são tubos estreitos contínuos ao sarcolema e estendem-se para o interior do sarcoplasma em ângulos retos em relação à superfície celular. Os túbulos T formam vias de passagem através da fibra muscular, de modo semelhante a uma rede de túneis através de uma montanha. Alterações no potencial de membrana do sarcolema percorrem os túbulos T e atingem o interior da célula.

No interior do sarcoplasma, os túbulos T circundam cada sarcômero nas zonas de sobreposição. Nos locais onde o túbulo transversal circunda uma miofibrila, há uma forte ligação entre o túbulo e a membrana do retículo sarcoplasmático.

Revisão do Módulo 6.2

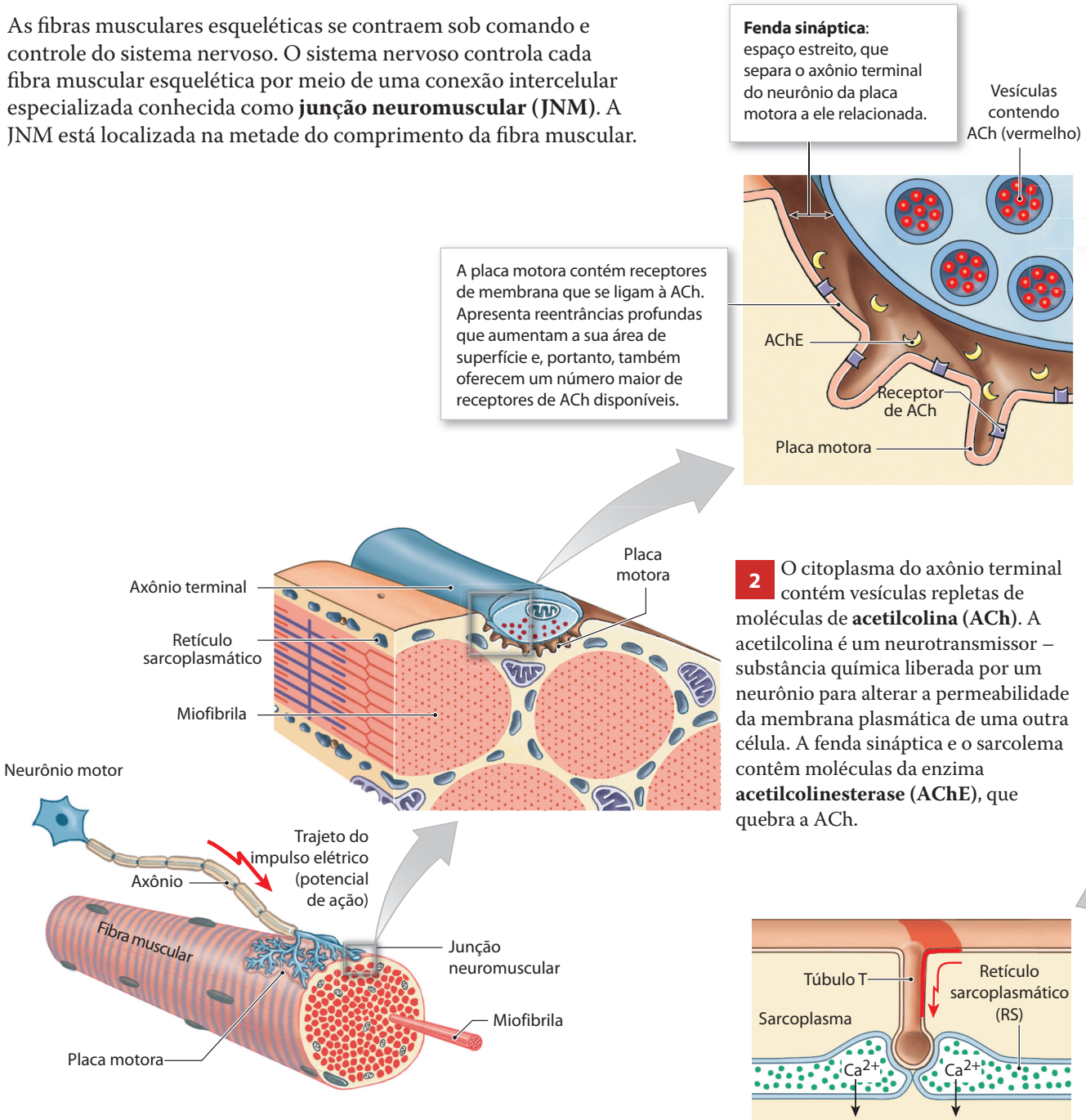
a. Qual é a zona de sobreposição em um sarcômero?

b. Descreva os componentes dos filamentos finos e grossos.

c. O retículo sarcoplasmático é semelhante a qual estrutura citoplasmática de outras células?

A fibra muscular esquelética se contrai quando estimulada por um neurônio motor

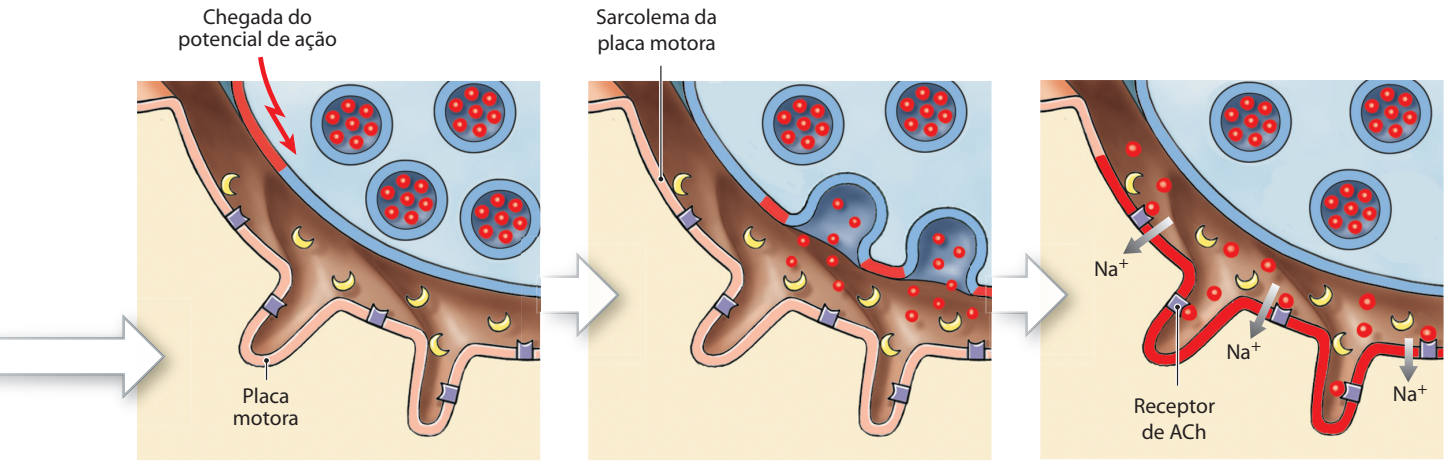
As fibras musculares esqueléticas se contraem sob comando e controle do sistema nervoso. O sistema nervoso controla cada fibra muscular esquelética por meio de uma conexão intercelular especializada conhecida como **junção neuromuscular (JNM)**. A JNM está localizada na metade do comprimento da fibra muscular.



2 O citoplasma do axônio terminal contém vesículas repletas de moléculas de **acetilcolina (ACh)**. A acetilcolina é um neurotransmissor – substância química liberada por um neurônio para alterar a permeabilidade da membrana plasmática de uma outra célula. A fenda sináptica e o sarcolema contêm moléculas da enzima **acetilcolinesterase (AChE)**, que quebra a ACh.

1 Um único axônio pode ramificar-se para controlar mais de uma fibra de músculo esquelético, mas cada fibra muscular tem apenas uma JNM. Na JNM, o **terminal axônico** do neurônio localiza-se próximo da **placa motora**, que é o contato entre a terminação do axônio do neurônio motor e a fibra muscular esquelética. O neurônio motor é uma célula nervosa que elicia contração muscular.

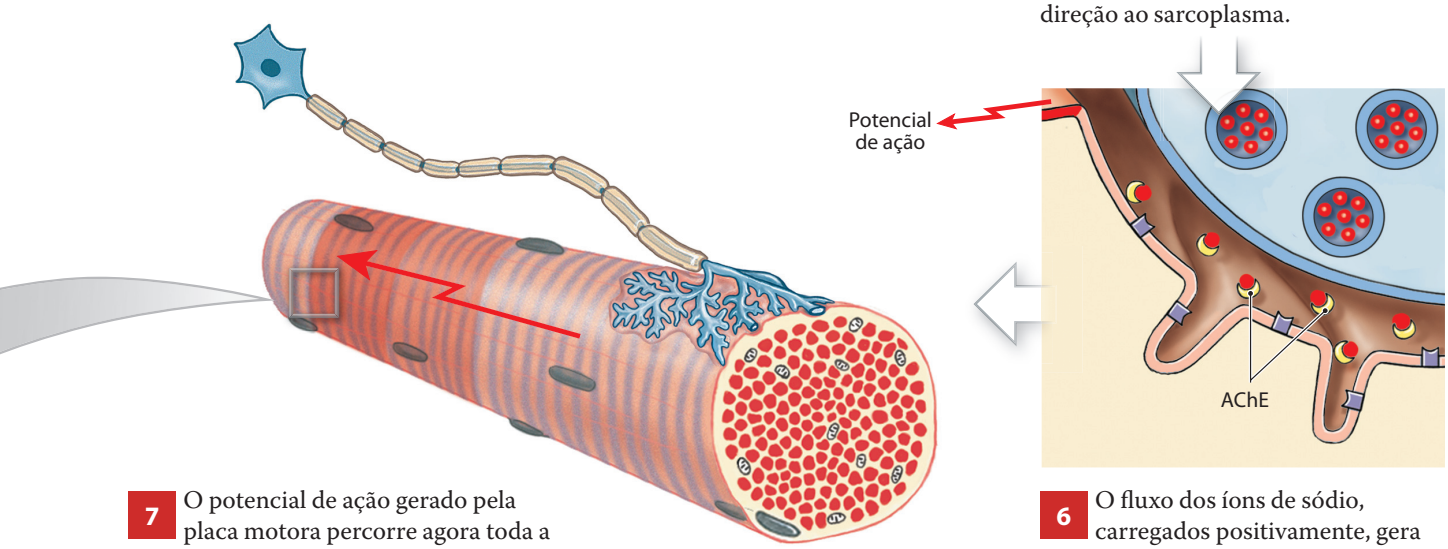
8 O potencial de ação percorre cada túbulo T e modifica a permeabilidade de membrana do RS, nas regiões onde o túbulo e o retículo estão em contato. Íons de cálcio são depositados em sarcômeros nas zonas de sobreposição e isso desencadeia a contração da fibra muscular (ver Módulo 6.4).



3 O estímulo para a liberação de ACh é a chegada de um impulso elétrico, ou **potencial de ação**, no terminal axônico. O potencial de ação é uma mudança repentina no potencial de membrana que se propaga ao longo do axônio.

4 Quando o potencial de ação atinge o axônio terminal, alterações na permeabilidade da membrana desencadeiam a exocitose da acetilcolina na fenda sináptica.

5 As moléculas de acetilcolina difundem-se através da fenda sináptica e ligam-se aos receptores de ACh na superfície da placa motora. A ligação de ACh altera a permeabilidade da membrana para íons de sódio. Como a concentração de íons sódio é maior no fluido extracelular em relação ao meio de íons intracelular, ocorre um fluxo de íons sódio em direção ao sarcoplasma.



6 O fluxo dos íons de sódio, carregados positivamente, gera um potencial de ação no sarcolema. A AChE quebra rapidamente a ACh na fenda sináptica, inativando, assim, os receptores de ACh.

7 O potencial de ação gerado pela placa motora percorre agora toda a superfície da membrana. Os efeitos são quase imediatos, porque um potencial de ação é uma ocorrência elétrica que se propaga como uma faísca através do sarcolema. Contudo, os efeitos são breves porque a ACh foi quebrada. Nenhum estímulo mais atua sobre a placa motora, até que um outro potencial de ação chegue ao terminal axônico.

Revisão do Módulo 6.3

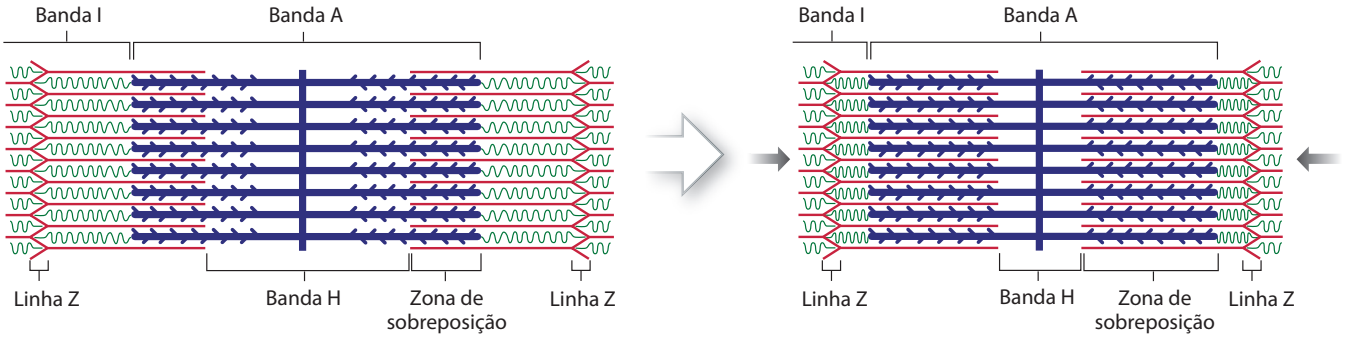
a. Descreva a junção neuromuscular.

b. Como uma droga que bloqueia a liberação de acetilcolina afetaria a contração muscular?

c. Descreva o que aconteceria caso não houvesse AChE na fenda sináptica.

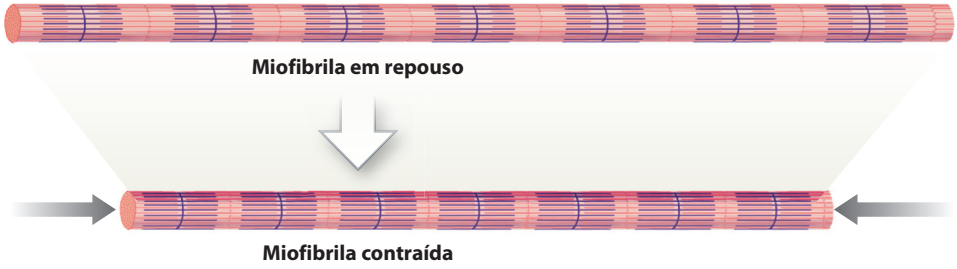
A teoria dos filamentos deslizantes explica as mudanças físicas que ocorrem durante uma contração

1 Quando uma fibra muscular esquelética se contrai, filamentos finos deslizam sobre filamentos espessos. Nesse processo: (1) as bandas H e I tornam-se menores, (2) as zonas de sobreposição ficam maiores, (3) as linhas Z aproximam-se e (4) a largura da banda A permanece constante. Essa explicação é conhecida como **teoria dos filamentos deslizantes**.

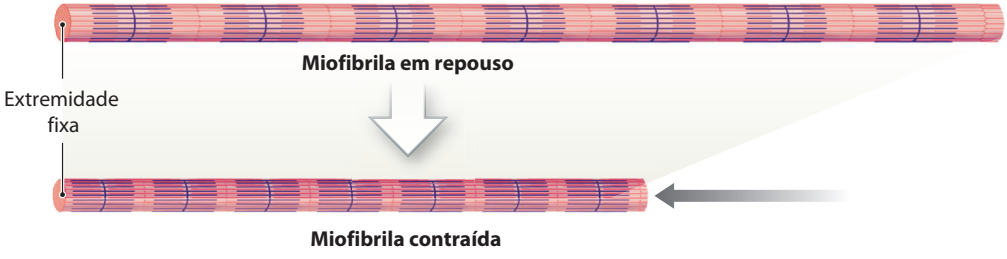


Sarcômero em repouso **Contração do sarcômero e filamentos deslizantes**

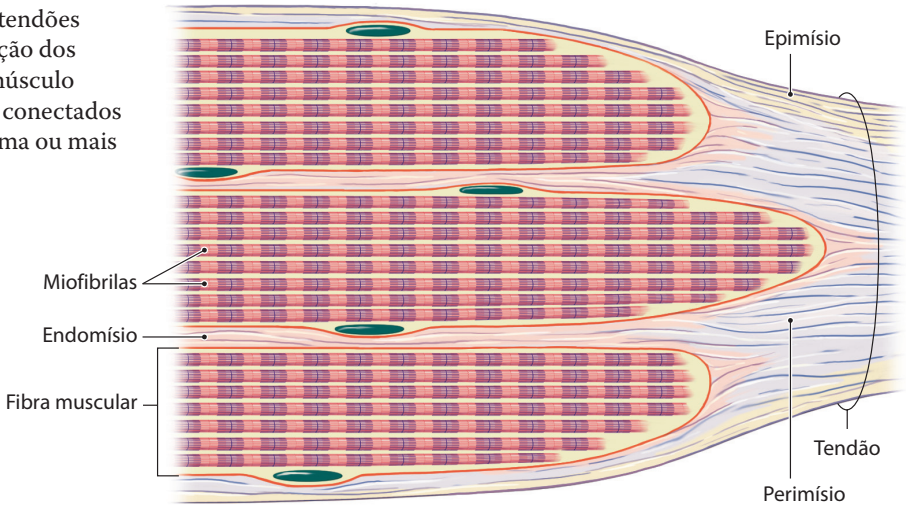
2 Durante a contração, o deslizamento ocorre em todos os sarcômeros ao longo de uma miofibrila, de modo que esta fica mais curta. Como as miofibrilas estão liga-das ao sarcolema em cada linha Z e a ambas as extremidades da fibra muscular, quando as miofibrilas diminuem, o mesmo acontece com a fibra muscular. Quando ambas as extremidades estão livres para se mover, são tracionadas em direção ao centro da fibra muscular.

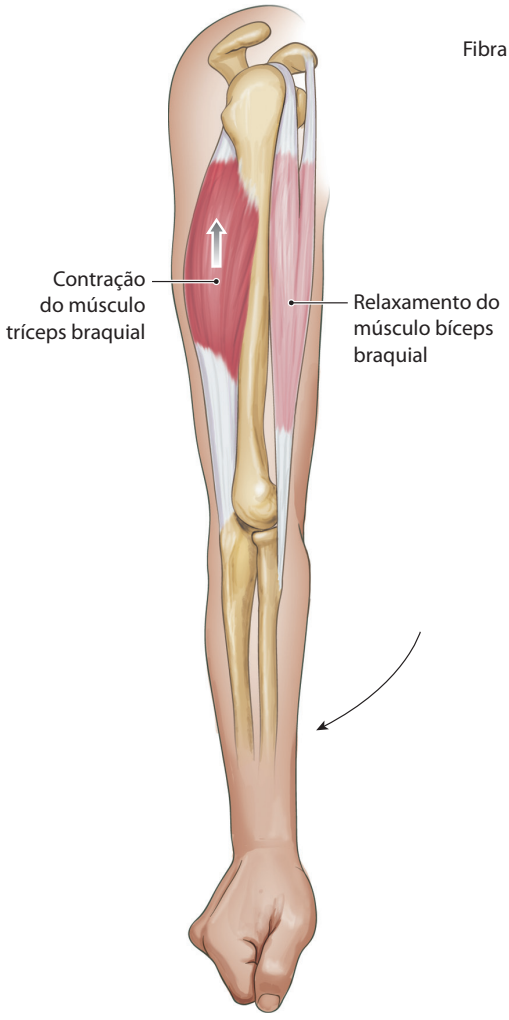


Quando uma extremidade de uma miofibrila é fixa e a outra extremidade é livre para se mover, a extremidade livre é tracionada em direção à extremidade fixa.

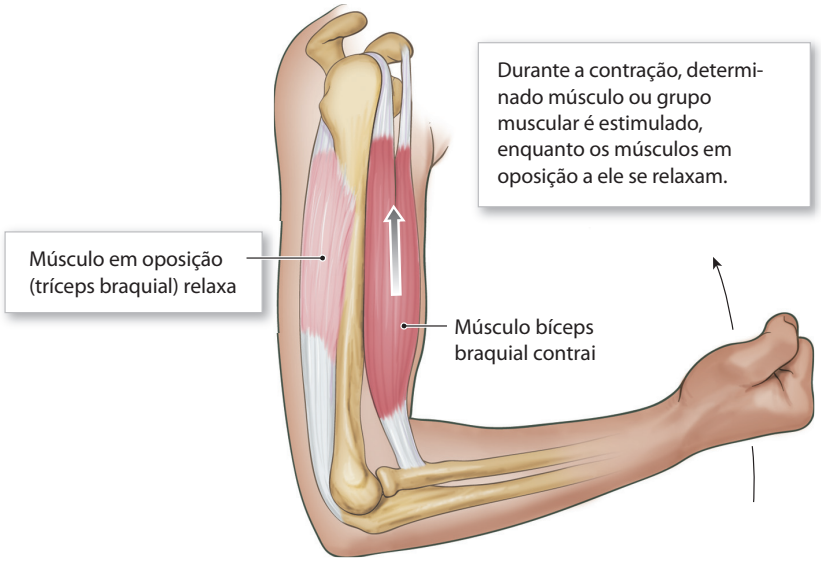


3 Cada extremidade de uma miofibrila conecta-se a uma extremidade da fibra muscular e todas as fibras musculares de um músculo esquelético estão geralmente ligadas a tendões conectados a um osso. Assim, a contração dos sarcômeros nas fibras musculares do músculo esquelético resulta na tração dos ossos conectados ao músculo, gerando movimento em uma ou mais articulações associadas.





4 A contração muscular é um processo ativo que usa o ATP como fonte de energia. O músculo esquelético contém de centenas a milhares de fibras musculares esqueléticas, e a força da contração depende de quantas daquelas fibras musculares estão ativas em um dado momento.



5 Não existe nenhum mecanismo ativo para alongar uma fibra muscular. Após a contração, o músculo esquelético retorna à sua extensão original pela combinação de ações relacionadas à força da gravidade, à contração de músculos opostos e à elasticidade dos tecidos alongados pela contração.

Revisão do Módulo 6.4

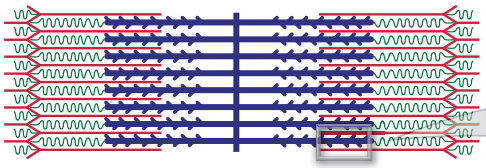
a. Defina a teoria dos filamentos deslizantes.

b. Resuma as mudanças às quais um sarcômero é submetido durante uma contração.

c. Se não existe nenhum mecanismo ativo para alongar um músculo, como é que um músculo recupera o seu comprimento inicial após uma contração?

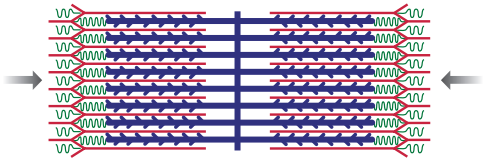
A contração de uma fibra muscular utiliza ATP em um ciclo que se repete enquanto durar a contração

Sarcômero em repouso



Em um sarcômero em repouso, a cabeça de cada miosina já está "energizada", ou seja, já está carregada com a energia que será utilizada para disparar uma contração. Cada cabeça de miosina direciona-se para longe da linha M. Nessa posição, a cabeça da miosina está "armada", de modo semelhante à mola de uma ratoeira. Para que a cabeça de miosina assuma essa posição é necessário uso de energia, que é obtida por decomposição de ATP. Ao fazê-lo, a cabeça da miosina funciona como uma enzima que quebra o ATP. No início do ciclo de contração, os produtos da quebra do ATP – ADP e fosfato (P) – permanecem ligados à cabeça da miosina.

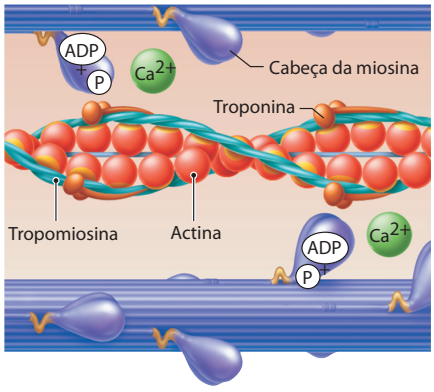
Sarcômero contraído



Todo o ciclo se repetirá várias vezes a cada segundo, enquanto os níveis de Ca^{2+} estiverem elevados e houver ATP suficiente. Uma vez que o estímulo é removido, o RS pode bombear Ca^{2+} do sarcoplasma e armazená-lo para liberação futura. Em seguida, as moléculas de troponina mudam de posição, alterando também a posição das cadeias de tropomiosina nos locais ativos e bloqueando a formação de novas pontes cruzadas.

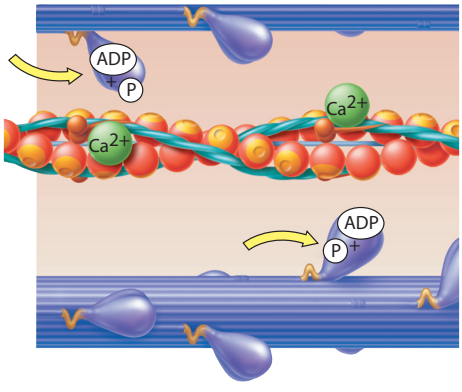
Início do ciclo de contração

1 O **ciclo de contração**, que envolve uma série de passos inter-relacionados, começa com a chegada de íons de cálcio no interior da zona de sobreposição.



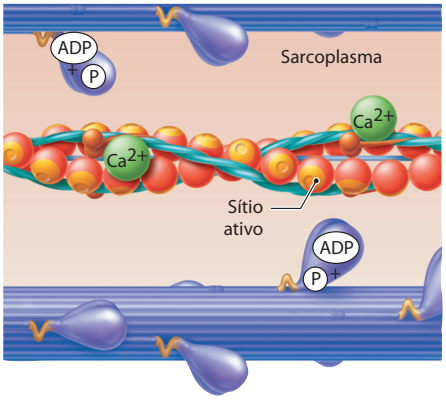
Reativação da miosina

6 A reativação da miosina ocorre quando a cabeça de miosina livre divide o ATP em ADP e P. A energia liberada é usada para armar novamente a cabeça da miosina.



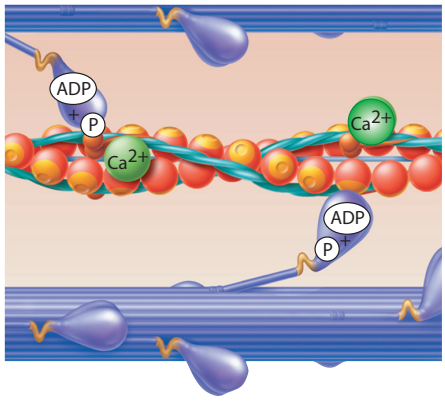
Exposição dos sítios ativos

2 Os íons cálcio ligam-se à troponina, enfraquecendo a ligação entre a actina e o complexo troponina-tropomiosina. Em seguida, a molécula de troponina muda de posição, o que causa movimentação da molécula de tropomiosina, expondo os sítios ativos de actina e permitindo sua interação com as cabeças de miosina energizadas.



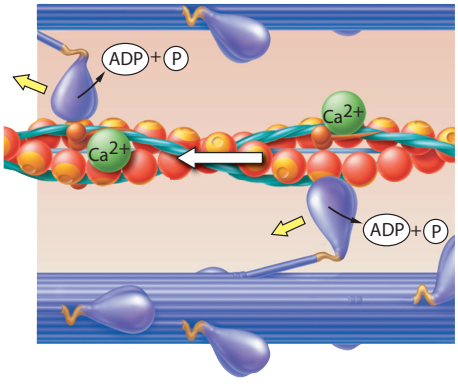
Formação de pontes cruzadas

3 Uma vez que os sítios ativos estão expostos, as cabeças de miosina energizadas ligam-se a eles, formando as pontes cruzadas.



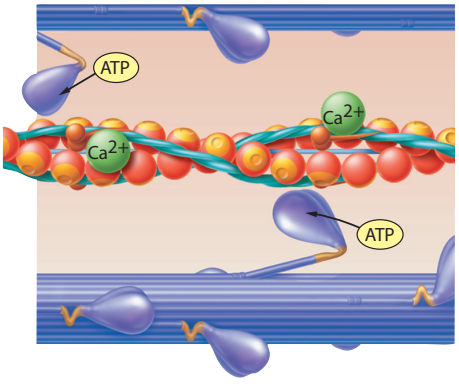
Rotação da cabeça da miosina

4 Uma vez formada a ponte cruzada, a energia armazenada é liberada e utilizada para girar a cabeça da miosina em direção à linha M. Essa ação é chamada de *power stroke* e, quando isso ocorre, há a liberação de ADP e grupo fosfato.



Separação das pontes cruzadas

5 Quando outro ATP liga-se à cabeça da miosina, interrompe-se a conexão entre a cabeça da miosina e o sítio ativo da molécula de actina. O sítio ativo fica exposto e pode, então, formar outra ponte cruzada.



Revisão do Módulo 6.5

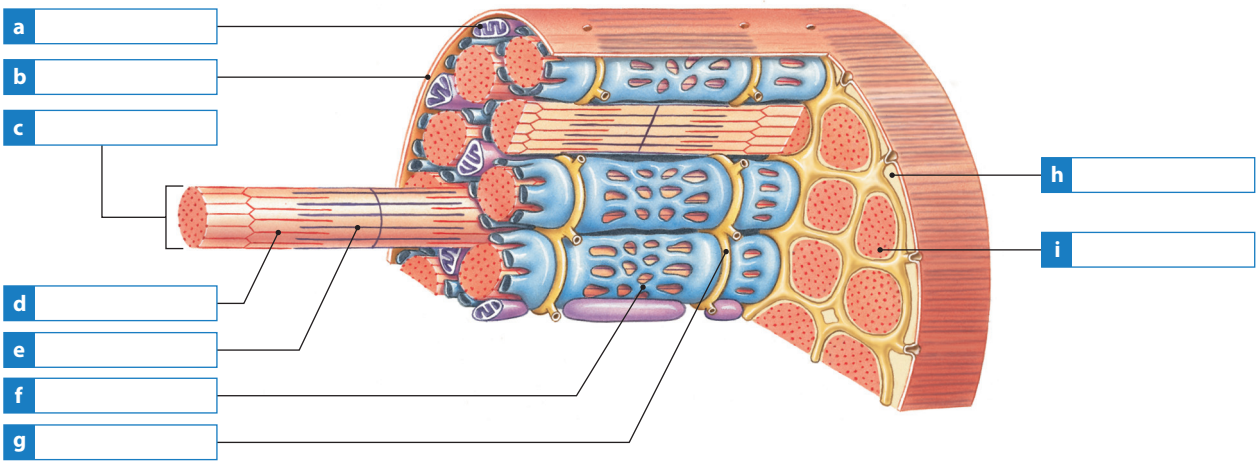
a. Que molécula fornece energia para uma contração muscular?

b. Liste as cinco etapas inter-relacionadas que ocorrem assim que o ciclo de contração se inicia.

c. O que desencadeia a reativação da miosina?

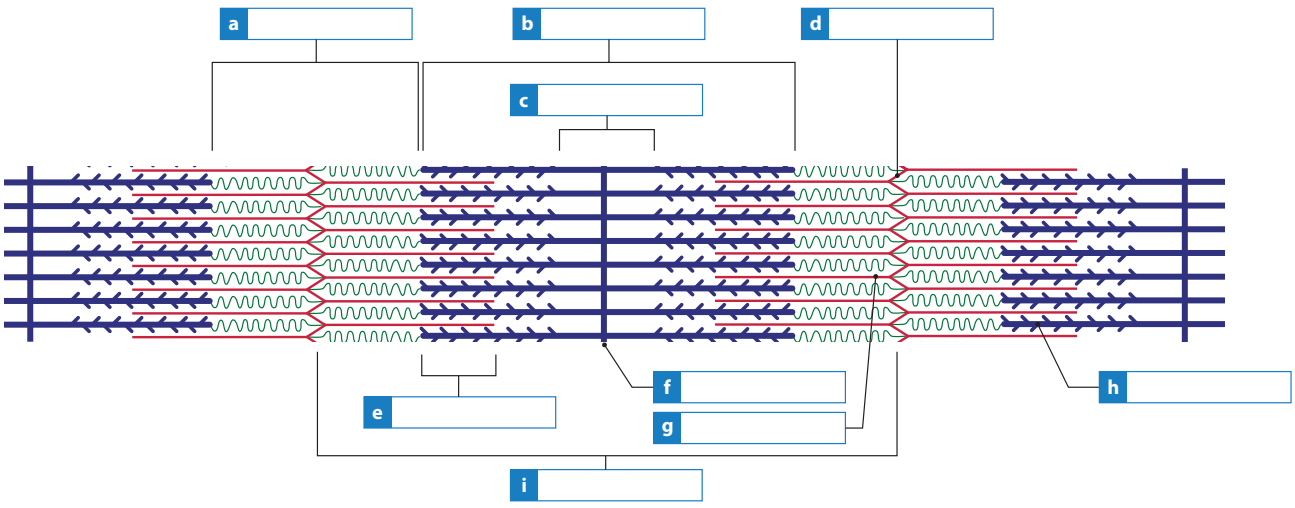
1. Criando legendas

Crie legendas na figura a seguir, que representa as estruturas de uma fibra muscular esquelética.



2. Criando legendas

Crie legendas no seguinte diagrama, que representa as estruturas de sarcômeros adjacentes ao longo de uma miofibrila.



3. Vocabulário

No espaço fornecido, escreva os termos em negrito apresentados nesta seção que contêm as partes de palavras indicadas.

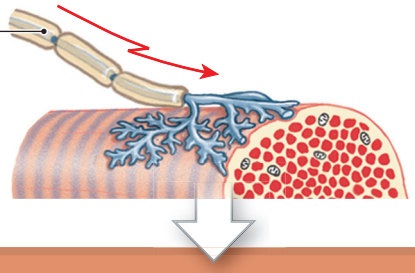
Parte da palavra	Significado	Termos
mio-	músculo	a _____
sarco-	carne	b _____

Propriedades funcionais do tecido muscular esquelético

Antes de examinarmos como o tecido muscular esquelético funciona, recordaremos a sequência de eventos que consideramos até agora.

Controle neural

A fibra muscular esquelética contrai quando estimulada por um neurônio motor em uma junção neuromuscular. O estímulo chega sob a forma de potencial de ação no axônio terminal.

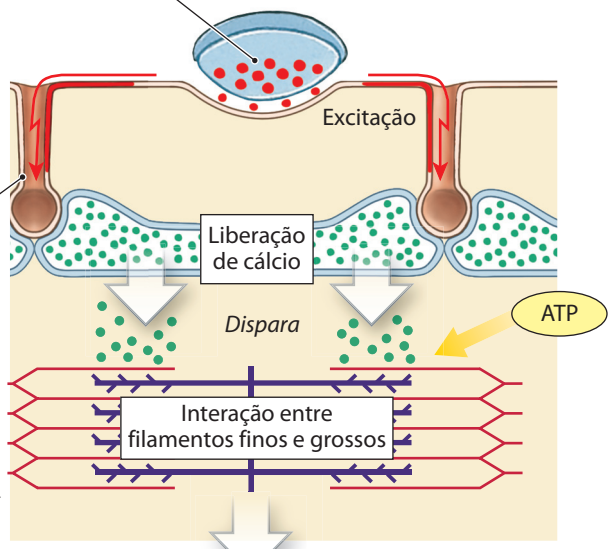


Interação entre excitação e contração

A interação entre excitação e contração corresponde à coordenação entre a geração de um potencial de ação no sarcolema (excitação) e o início da contração muscular. No terminal axônico, o potencial de ação causa a liberação de ACh para dentro da fenda sináptica. A ACh difunde-se para a placa motora, liga-se aos receptores e abre os canais de íons de sódio, gerando potencial de ação no sarcolema.

O potencial de ação no sarcolema propaga-se ao longo dos túbulos T, onde deflagra liberação de íons de cálcio a partir do retículo sarcoplasmático.

O ciclo de contração é iniciado e continuará a ocorrer enquanto houver ATP disponível e enquanto houver produção de potenciais de ação na placa motora.



Com a interação entre filamentos grossos e finos, ocorre o encurtamento dos sarcômeros, tracionando as extremidades das fibras musculares.

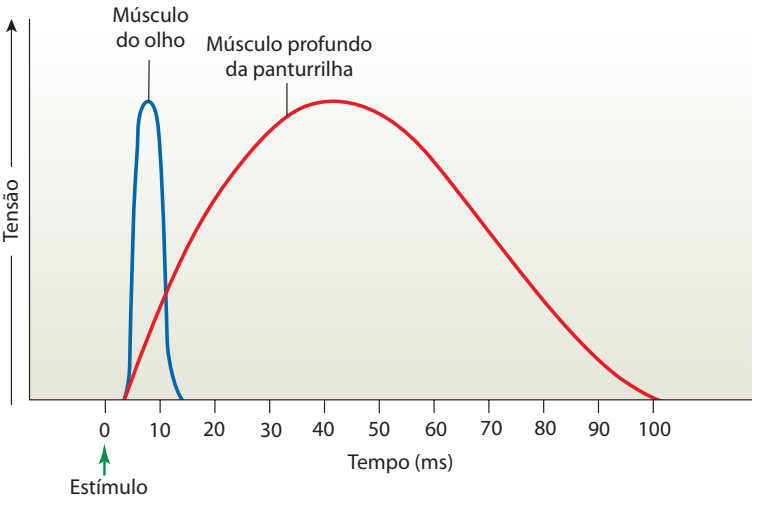
acarreta

Durante a contração, o músculo esquelético inteiro encurta, gerando **tensão** sobre os tendões em ambas as extremidades.

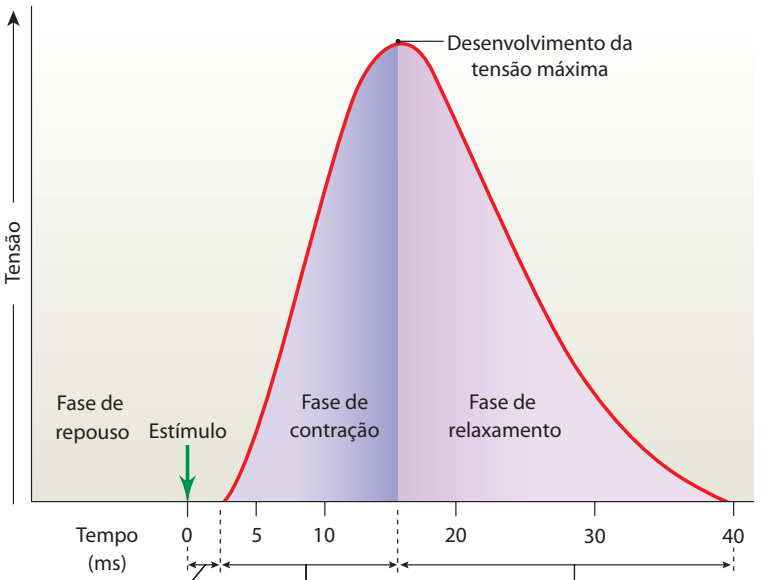
Nesta seção, vamos nos concentrar em como a tensão é produzida, como as contrações musculares são classificadas e aliciadas e nas diferentes respostas das fibras musculares que ocorrem de um momento para o outro.

A contração sobe para níveis máximos, à medida que a estimulação do músculo aumenta

1 Quando uma fibra muscular se contrai, seu tamanho diminui, tracionando, ou seja, gerando tensão, nas fibras do tecido conjuntivo a ela associadas. O gráfico de desenvolvimento de tensão nas fibras musculares mostra dois exemplos de uma **contração**, uma única sequência de estímulo-contração-relaxamento. As contrações têm duração variável, dependendo do tipo e da localização do músculo, das condições ambientais externas e internas e de outros fatores. Embora a estimulação elétrica possa produzir contrações musculares em laboratório, elas são muito breves para constituir parte de qualquer atividade muscular normal. Por outro lado, elas revelam algumas diferenças interessantes nas propriedades funcionais de vários músculos esqueléticos.



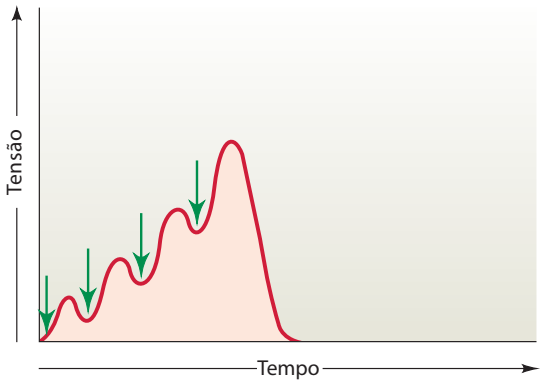
2 Este gráfico mostra as fases de uma contração de 40 ms em uma fibra do músculo gastrocnêmio, músculo superficial da panturrilha.



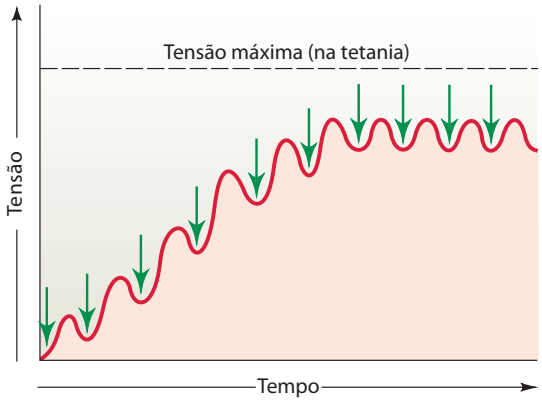
O **período latente** começa com o estímulo e, normalmente, dura cerca de 2 ms. Durante esse período, o potencial de ação cruza o sarcolema e o retículo sarcoplasmático libera íons de cálcio. A fibra muscular não gera tensão durante o período de latência porque o ciclo de contração ainda está por começar.

Na **fase de contração**, que dura aproximadamente 13 ms, a tensão aumenta até atingir um ponto máximo (pico de tensão). À medida que a tensão aumenta, íons de cálcio são ligados à troponina, sítios ativos dos filamentos finos são expostos e ocorrem as ligações em ponte cruzadas.

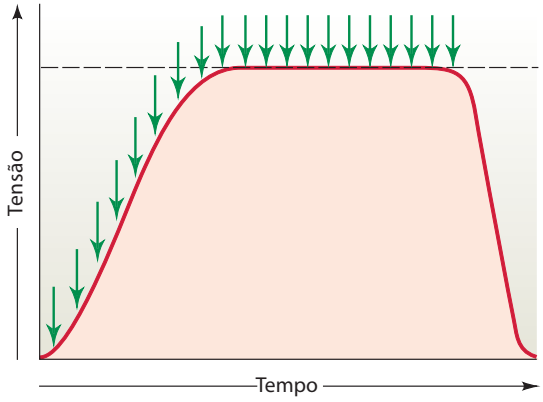
A **fase de relaxamento** dura em torno de 25 ms. Durante esse período, os níveis de cálcio estão caindo, a tropomiosina está cobrindo os sítios ativos e o número de pontes cruzadas começa a diminuir à medida que as ligações são interrompidas. Como resultado, o grau de tensão retorna aos níveis de repouso.



3 Se um segundo estímulo chega antes de a fase de relaxamento terminar, uma segunda contração, ainda mais potente, ocorre. A sobreposição de uma contração à outra constitui um efeito **somatório de ondas**. A duração de uma única contração determina o tempo máximo disponível para produzir a soma de ondas.



4 Um músculo cuja contração se faz por ciclos rápidos de contração e relaxamento, mas não chega a atingir a tensão máxima, é caracterizado pelo que se chama de **tetania incompleta** (*tetanos*, contração, espasmo). (Note que a linha tracejada, tanto neste gráfico quanto no próximo, representa a tensão máxima, ou de pico, desenvolvida durante a tetania.)*



5 A **tetania completa** ocorre quando uma frequência de estímulo mais elevada elimina a fase de relaxamento. Durante a tetania completa, os potenciais de ação chegam tão rapidamente que não há tempo hábil para os retículos sarcoplasmáticos recuperarem íons cálcio. A alta concentração de Ca^{2+} no citoplasma prolonga a contração, tornando-a contínua. Embora em laboratório os músculos possam ser induzidos à tetania, eles raramente, ou nunca, desenvolvem tensão de pico em atividade normal, uma vez que os movimentos normais requerem um controle preciso e uma variação contínua na intensidade de tensão produzida.

LEGENDA

= Estímulo

*Nota do RT: tetania é um termo que pode ser definido como a tensão prolongada de um músculo, resultante de estímulos repetidos em alta frequência.

Revisão do Módulo 6.6

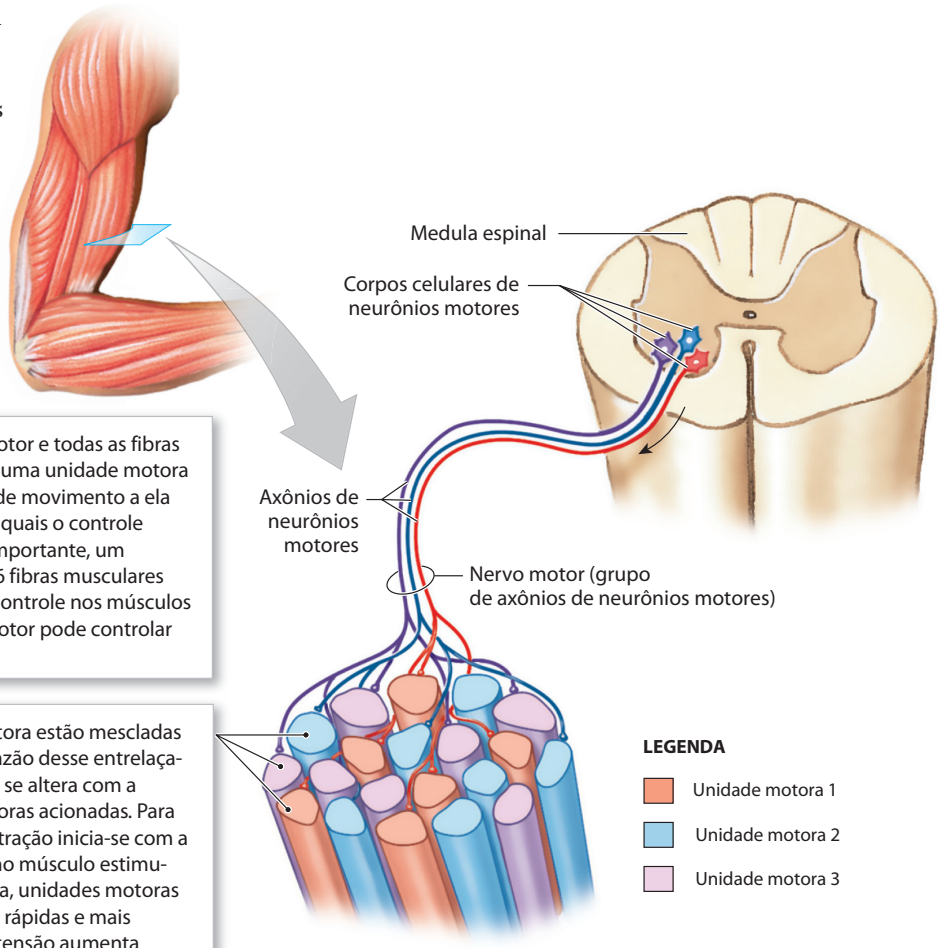
a. Defina uma contração.

b. Descreva os eventos que ocorrem durante a fase de relaxamento de uma contração.

c. Compare tetania completa e incompleta.

O músculo esquelético controla a tensão muscular pelo número de unidades motoras estimuladas

1 O músculo esquelético em geral contém milhares de fibras musculares. Embora alguns neurônios motores controlem apenas algumas fibras musculares, a maioria controla centenas delas. A intensidade de tensão produzida é controlada em nível subconsciente, por meio de variações do número de fibras musculares estimuladas.



Unidade motora é um único neurônio motor e todas as fibras musculares que ele inerva. O tamanho de uma unidade motora indica quão refinado pode ser o controle de movimento a ela relacionado. Nos músculos dos olhos, nos quais o controle preciso do movimento é extremamente importante, um neurônio motor pode controlar entre 4 e 6 fibras musculares apenas. Temos muito menor precisão de controle nos músculos da perna, nos quais um único neurônio motor pode controlar de 1.000 a 2.000 fibras musculares.

As fibras musculares de cada unidade motora estão mescladas com as de outras unidades motoras. Em razão desse entrelaçamento, a direção de tração no tendão não se altera com a modificação do número de unidades motoras acionadas. Para executar um movimento específico, a contração inicia-se com a ativação das menores unidades motoras no músculo estimulado. À medida que o movimento continua, unidades motoras maiores, contendo fibras musculares mais rápidas e mais poderosas, são ativadas, e a produção de tensão aumenta abruptamente. O aumento suave e constante da tensão muscular, produzido pelo aumento do número de unidades motoras ativas, é chamado de **recrutamento**.

Um número variável de unidades motoras está sempre ativo, mesmo quando não há a contração do músculo como um todo. Essas contrações não produzem força suficiente para gerar movimento, porém produzem tensão e "firmam" o músculo. Essa tensão de repouso em um músculo esquelético é chamada de **tônus** (ou tono) **muscular**, controlado em nível subconsciente. O grau de atividade de cada neurônio motor muda constantemente, possibilitando o relaxamento de fibras musculares individuais enquanto uma tensão constante é mantida no tendão. As fibras musculares ativadas utilizam energia. Assim, quanto maior o tônus muscular, maior o índice de metabolismo em "repouso". O tônus muscular elevado aumenta discretamente o consumo da energia em repouso, porém esse efeito é cumulativo e contínuo ao longo das 24 horas do dia.

Revisão do Módulo 6.7

a. Defina unidade motora.

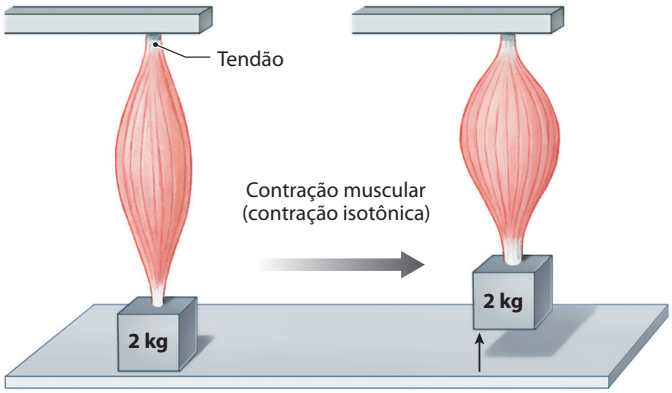
b. O que é recrutamento?

c. Descreva a relação entre o número de fibras em uma unidade motora e a precisão dos movimentos do corpo.

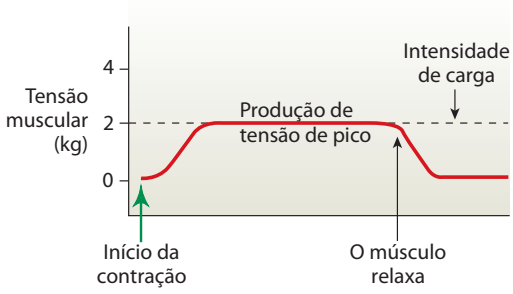
As contrações musculares podem ser isotônicas ou isométricas

Contração isotônica

1 Em uma **contração isotônica** (*iso-*, igual + *tonos*, tensão), a tensão aumenta e o comprimento do músculo esquelético se altera. Levantar um objeto de uma mesa, andar e correr envolvem contrações isotônicas. Considere um músculo esquelético que tem 1 cm^2 de área transversal e pode produzir cerca de 4 kg de tensão na tetania completa. Ao se associar uma carga de 2 kg a esse músculo e o estimularmos, o músculo encurtará.

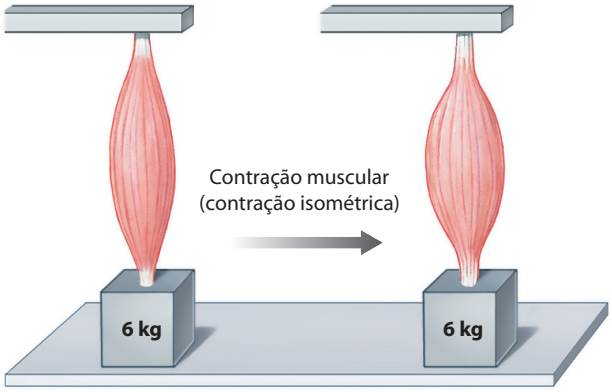


2 Antes de o músculo encurtar, as pontes cruzadas devem produzir tensão suficiente para ultrapassar a carga – nesse caso, peso de 2 kg. Durante esse período inicial, a tensão nas fibras musculares aumenta até que a tensão no tendão exceda a carga. À medida que o músculo encurta, a tensão no músculo esquelético permanece constante.

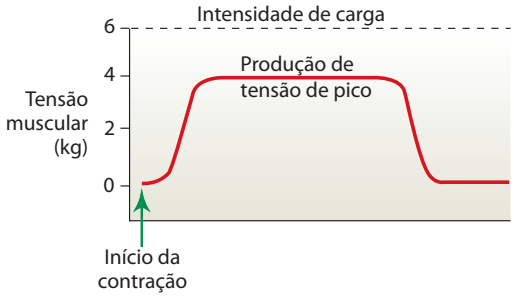


Contração isométrica

3 Diferentemente de uma contração isotônica, em uma **contração isométrica** (*métrica*, medida) não há alteração no comprimento do músculo e a tensão produzida nunca excede a carga. Se a carga é maior ou igual ao pico de tensão, a carga não se move quando o músculo contrai. O músculo aumenta de volume, mas não tanto quanto ocorre durante uma contração isotônica. Em uma contração isométrica, embora o músculo como um todo não encurte, as fibras musculares individuais encurtam à medida que os tecidos conjuntivos alongam-se. Entretanto, o encurtamento das fibras musculares não é suficiente para produzir o encurtamento do músculo nem a tensão suficiente para exceder a carga.



4 Como o músculo não produz tensão suficiente para ultrapassar a carga de 6 kg, o peso não se move.



Muitas das contrações musculares reflexas que mantêm seu corpo em posição vertical, quando se está em pé ou sentado, envolvem contrações isométricas dos músculos, que se opõem à força da gravidade.

Revisão do Módulo 6.8

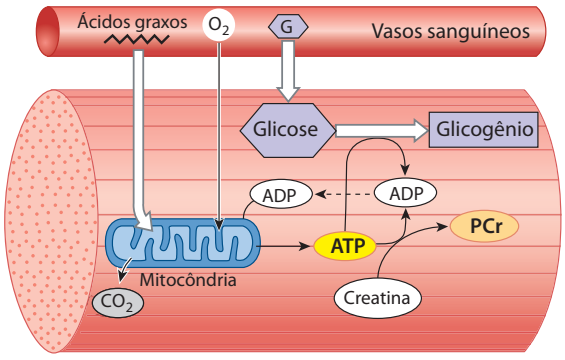
a. Compare uma contração isotônica e uma contração isométrica.

b. O músculo esquelético pode contrair sem encurtar? Por quê?

c. Nos dois gráficos acima, qual contração produziu a maior tensão?

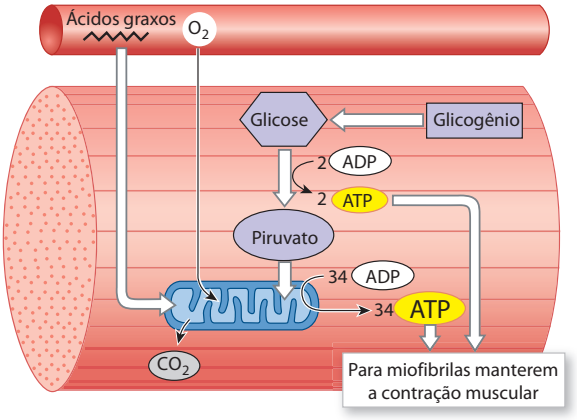
A contração muscular requer uma grande quantidade de ATP que pode ser produzida em condições aeróbicas ou anaeróbicas

1 A demanda por ATP é baixa em um músculo esquelético em repouso. As mitocôndrias contam com oxigênio suficiente para atender a essa demanda, e produzem, assim, uma reserva de ATP. Esse ATP excedente é utilizado para acumular **fosfocreatina**, também conhecida como **creatina fosfato** ou **PCr**, outro composto de alta energia, e glicogênio. As fibras musculares em repouso absorvem os ácidos graxos e a glicose fornecidos pela corrente sanguínea. As mitocôndrias quebram os ácidos graxos, gerando ATP, que é utilizado para converter creatina em fosfocreatina e glicose em glicogênio.



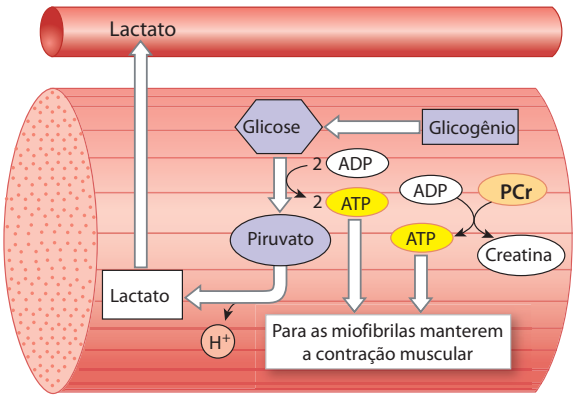
Músculo em repouso

2 Em níveis moderados de atividade, a demanda por ATP aumenta. Essa demanda é atendida pela mitocôndria e, como resultado, o consumo de oxigênio se eleva. Nessa condição, o músculo esquelético depende principalmente do metabolismo aeróbico (com oxigênio) do **ácido pirúvico (ou piruvato)** nas mitocôndrias. Duas moléculas de piruvato, contendo três átomos de carbono, são produzidas a cada quebra enzimática de uma única molécula de glicose de 6 carbonos. Embora a produção de piruvato gere uma pequena quantidade de ATP, a contribuição é bem menor em comparação à produção da mitocôndria. Enquanto a atividade mitocondrial atender à demanda por ATP, o músculo não entrará em fadiga até que as reservas de glicogênio, lipídos e aminoácidos sejam esgotadas. Esse tipo de exaustão afeta os músculos de atletas de resistência, como maratonistas, após horas de atividade de esforço.



Músculo em atividade de nível moderado

3 Em atividade máxima, as demandas por ATP são enormes, e a produção de ATP mitocondrial atinge o nível máximo, determinado pela disponibilidade de oxigênio. No pico do esforço, a atividade mitocondrial pode fornecer aproximadamente um terço da ATP necessária. O restante é produzido em condições anaeróbicas (sem oxigênio), pela quebra da glicose em piruvato. Como os níveis de piruvato sobem, há a conversão dessa substância em **ácido lático**, uma molécula relacionada de três carbonos que se dissocia em uma molécula de **lactato** de 3 carbonos, e um íon hidrogênio (H^+). A produção de ácido lático durante a atividade máxima diminui o pH extracelular e intracelular. Em apenas alguns segundos de atividade máxima, as alterações no pH alterarão as características de enzimas fundamentais, de modo que a fibra do músculo não poderá mais se contrair. Os corredores de velocidade (*sprinters*, ou corredores de curtas distâncias) geralmente experimentam esse tipo de fadiga muscular.



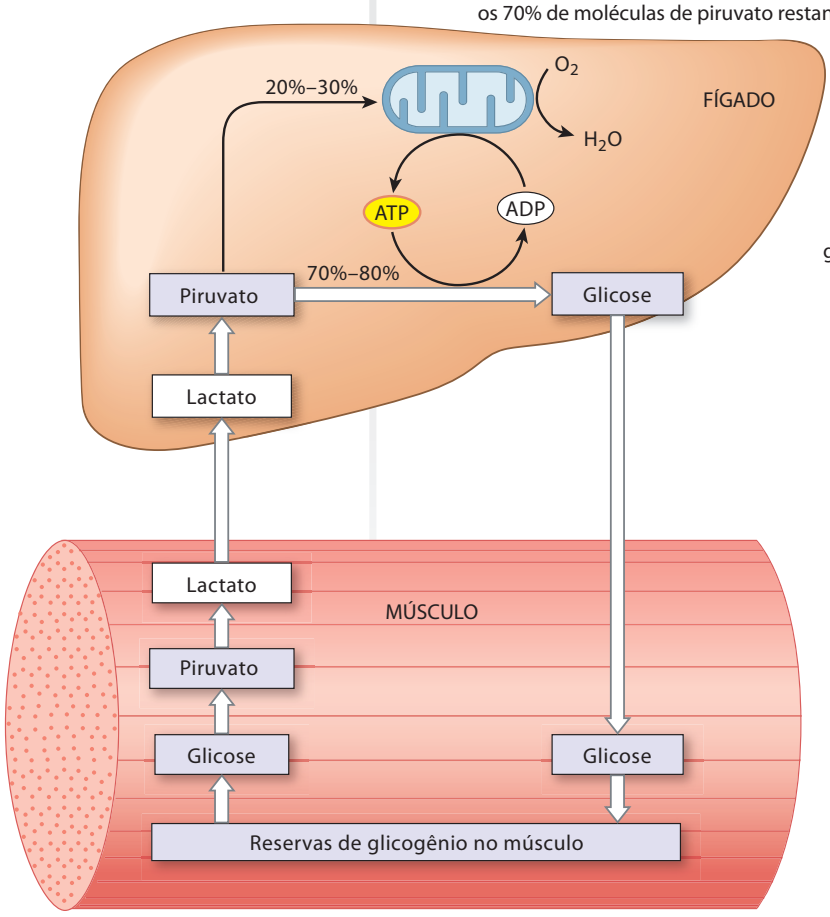
Músculo em nível máximo de atividade

Pico da atividade

Grande parte do lactato produzido durante o esforço máximo é difundido das fibras musculares para a corrente sanguínea. O fígado absorve esse lactato e passa a convertê-lo novamente em piruvato.

Recuperação

Este processo continua mesmo tendo cessado o esforço, uma vez que os níveis de lactato dentro das fibras musculares permanecem relativamente elevados, e o lactato continua a difundir-se pela corrente sanguínea. Depois que o fígado converte o lactato reabsorvido em piruvato, aproximadamente 30% das novas moléculas de piruvato são quebradas nas mitocôndrias. Isso provê a quantidade de ATP necessária para reconverter os 70% de moléculas de piruvato restantes em glicose. As moléculas de glicose são então liberadas na circulação, onde são absorvidas pelas fibras musculares esqueléticas e utilizadas para reconstituir suas reservas de glicogênio.



4 Grande parte do lactato liberado pelas fibras musculares durante as atividades físicas intensas provém do tecido muscular e segue para a corrente sanguínea. O fígado absorve e recicla esse lactato, liberando glicose na circulação. Esse fluxo de lactato para o fígado e de glicose de volta para as células musculares é chamado de **ciclo de Cori** (ou **via glicose-lactato-glicose**). Durante todo o período de recuperação, a demanda de oxigênio pelo corpo permanece elevada, acima dos níveis de repouso normais. Quanto maior a demanda por ATP, mais oxigênio será necessário. A quantidade de oxigênio necessária para restaurar as condições normais pré-esforço é definida como **débito de oxigênio**.

Revisão do Módulo 6.9

a. Identifique, nas fibras musculares em repouso, os dois compostos nos quais a energia é armazenada.

b. Em quais condições as fibras musculares produzem lactato?

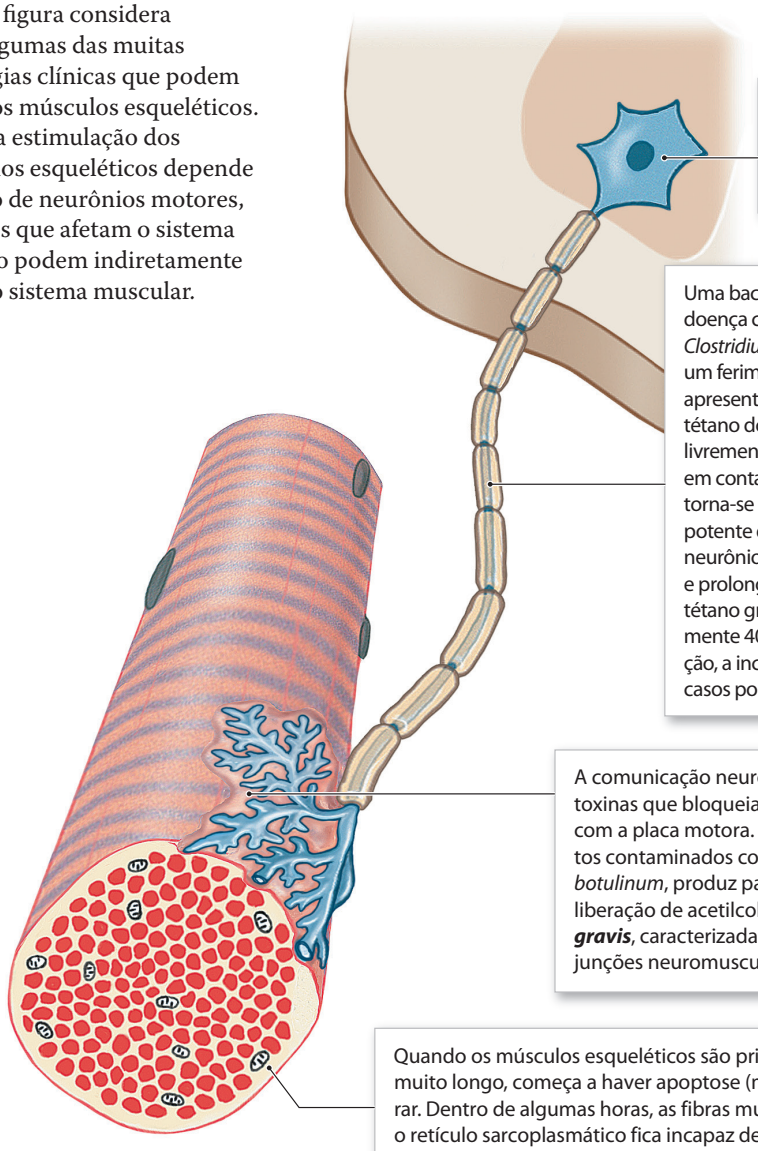
c. Defina débito de oxigênio.

Muitos fatores podem resultar em hipertrofia muscular, atrofia ou paralisia

1 Como resultado de estimulações intensas e repetidas, as fibras musculares desenvolvem mais mitocôndrias, maior concentração de enzimas glicolíticas e reserva maior de glicogênio. Tais fibras musculares apresentam mais miofibrilas em comparação com fibras menos utilizadas, e cada miofibrila tem mais filamentos finos e grossos. O resultado final é a **hipertrofia**, ou o aumento de volume do músculo estimulado. O número de fibras musculares não muda significativamente, mas o músculo como um todo aumenta, em consequência da elevação do diâmetro de cada fibra muscular. O músculo também torna-se mais forte, pois a produção de tensão é proporcional à área da secção transversal do músculo. Os músculos de um fisiculturista são excelentes exemplos de hipertrofia muscular. O uso de esteroides pode estimular a hipertrofia muscular, porém não elimina a necessidade de treinamento intenso e seus efeitos colaterais podem ser muito perigosos.

2 Um músculo esquelético cuja atividade não é regularmente controlada por neurônios motores perde o tônus e a massa. O músculo torna-se flácido e as fibras musculares tornam-se cada vez mais delgadas e fracas. Essa redução no tamanho do músculo, tônus e vigor é chamada de **atrofia**. O grau variável de atrofia muscular é consequência normal do envelhecimento. Indivíduos de qualquer faixa etária, acometidos por paralisias decorrentes de lesões na medula espinal ou outras patologias do sistema nervoso, gradualmente perderão massa muscular nas áreas afetadas. Mesmo a redução temporária no uso de determinado músculo (ou grupo muscular) pode ocasionar atrofia; você pode facilmente observar esse efeito comparando o "antes e depois" dos músculos de pacientes cujo membro superior, por exemplo, tenha sido temporariamente imobilizado por molde de gesso. A atrofia muscular é inicialmente reversível, mas fibras musculares mortas não são substituídas. Na atrofia extrema, as perdas funcionais são permanentes. Esse é um dos motivos importantes pelo qual a fisioterapia é fundamental para pacientes que estão temporariamente incapazes de se movimentar.

3 A figura considera algumas das muitas patologias clínicas que podem afetar os músculos esqueléticos. Como a estimulação dos músculos esqueléticos depende da ação de neurônios motores, doenças que afetam o sistema nervoso podem indiretamente afetar o sistema muscular.



Na **poliomielite**, um vírus ataca os neurônios motores da medula espinal e do cérebro, causando atrofia muscular e **paralisia** (perda do movimento voluntário).

Uma bactéria muito comum, a *Clostridium tetani*, causa a doença chamada **tétano**. A multiplicação da bactéria *Clostridium* depende de baixos níveis de oxigênio. Portanto, um ferimento profundo, tal como o causado por um prego, apresenta uma probabilidade muito maior de resultar em tétano do que um corte em bisel (oblíquo), que sangra livremente (estando o ferimento todo, ou a maior parte dele, em contato com o oxigênio do ar). Quando essa bactéria torna-se ativa nos tecidos do corpo, libera uma toxina potente que suprime o mecanismo inibidor da atividade do neurônio motor. Como resultado, ocorrem contrações fortes e prolongadas dos músculos esqueléticos do corpo todo. O tétano grave tem índice de mortalidade de aproximadamente 40% a 60%. Graças a programas eficazes de imunização, a incidência aproximada de tétano é de apenas 100 casos por ano nos Estados Unidos.

A comunicação neuromuscular pode ser interrompida por exposição a toxinas que bloqueiam a liberação de ACh ou impedem a sua ligação com a placa motora. O **botulismo**, causado pelo consumo de alimentos contaminados com toxinas produzidas pelo bacilo *Clostridium botulinum*, produz paralisia dos músculos esqueléticos, impedindo a liberação de acetilcolina nas junções neuromusculares. A ***miastenia gravis***, caracterizada pela perda de receptores de acetilcolina nas junções neuromusculares, resulta em fraqueza muscular progressiva.

Quando os músculos esqueléticos são privados de nutrientes e oxigênio por um período muito longo, começa a haver apoptose (morte) celular, ou seja, o tecido começa a deteriorar. Dentro de algumas horas, as fibras musculares esqueléticas ficam desprovidas de ATP e o retículo sarcoplasmático fica incapaz de bombear Ca^{2+} para fora do sarcoplasma. Íons cálcio, provenientes do meio extracelular ou do retículo sarcoplasmático, fluem para dentro do sarcoplasma, provocando uma contração sustentada. Sem ATP, as pontes cruzadas não se desconectam dos sítios ativos, de modo que as fibras musculares afetadas permanecem constantemente em estado de contração. Esse processo pode ser localizado, após lesão aguda, ou generalizado, em decorrência do óbito.

Logo após a morte, ocorre uma contração generalizada da musculatura esquelética, denominada ***rigor mortis*** (**rigidez cadavérica**), começando com os músculos menores do rosto, pescoço e braços. À medida que o RS deteriora-se, os íons de cálcio são liberados e uma contração sustentada se inicia. Como as reservas de ATP estão esgotadas, os músculos ficam bloqueados no estado contraído. Como todos os músculos esqueléticos estão envolvidos durante o *rigor mortis*, o corpo torna-se totalmente rígido. Esse processo geralmente é iniciado de 2 a 7 horas após a morte e desaparece depois de 1 a 6 dias, ou quando começa a decomposição, dependendo também de fatores ambientais, como a temperatura. Patologistas forenses podem estimar o tempo de morte com base nas condições ambientais e o grau de *rigor mortis*.

Revisão do Módulo 6.10

a. Defina hipertrofia e atrofia muscular.

b. Seis semanas após Fábio ter fraturado a perna, o gesso foi removido. Ao tentar descer da maca após o exame, sua perna cedeu e ele caiu. Proponha uma explicação lógica.

c. Explique como a flexibilidade ou a rigidez de um cadáver pode oferecer indícios sobre a hora da morte de uma vítima de assassinato.

1. Atividade de associação

Associe os termos seguintes com suas descrições:

- Contração isométrica
- Atrofia
- Oxigênio
- *Rigor mortis*
- Unidade motora
- Ácido lático
- Contração isotônica
- Hipertrofia

a _____ Não há alteração no comprimento do músculo durante a contração.

b _____ Há alteração de comprimento do músculo durante a contração.

c _____ Aumento do volume de um músculo, em razão de maior intensidade de sua atividade.

d _____ Redução do volume de um músculo em decorrência de redução ou interrupção de sua atividade.

e _____ Todas as fibras musculares controladas por um único neurônio motor.

f _____ Contração generalizada dos músculos do corpo após a morte.

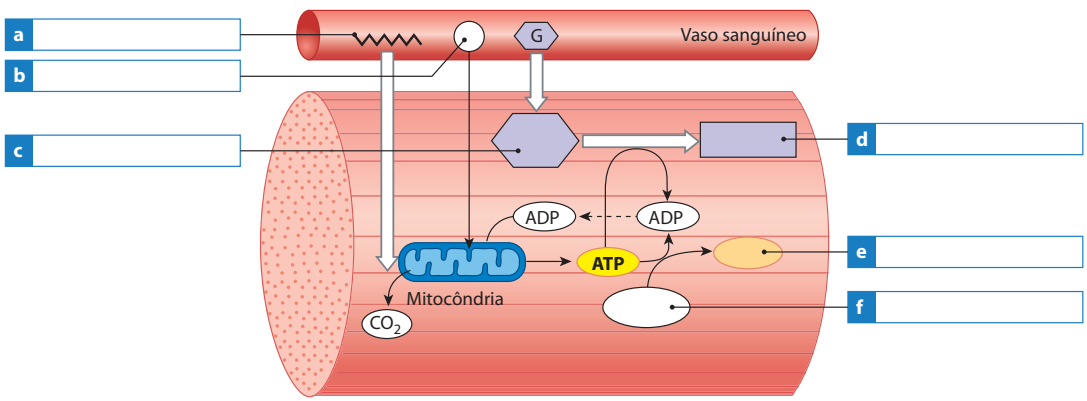
g _____ Necessário para a produção de ATP mitocondrial.

h _____ Sua produção ocorre durante a atividade muscular máxima.

2. Criando legendas

Use os termos seguintes para identificar corretamente as estruturas no diagrama representando um vaso sanguíneo e um músculo esquelético em repouso.

- Creatina
- Glicogênio
- PCr
- Glicose
- O_2
- Ácidos graxos



3. Integração de seções

a Explique o que acontece com o lactato produzido durante a atividade muscular extenuante.

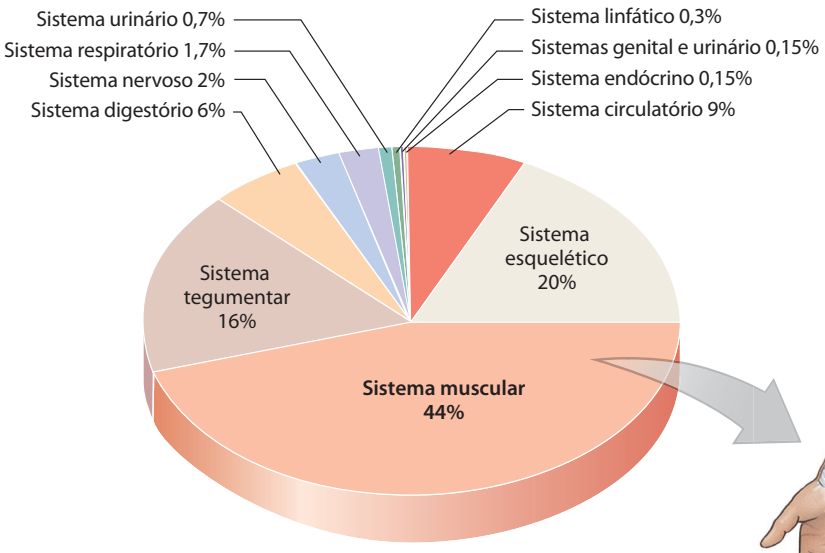
b Algumas alterações clínicas do sistema muscular têm relação com patologias do sistema nervoso. Descreva como os distúrbios desse sistema resultam na poliomielite, no tétano, no botulismo e na *miastenia gravis*.

c Explique os eventos fisiológicos que resultam no *rigor mortis*.

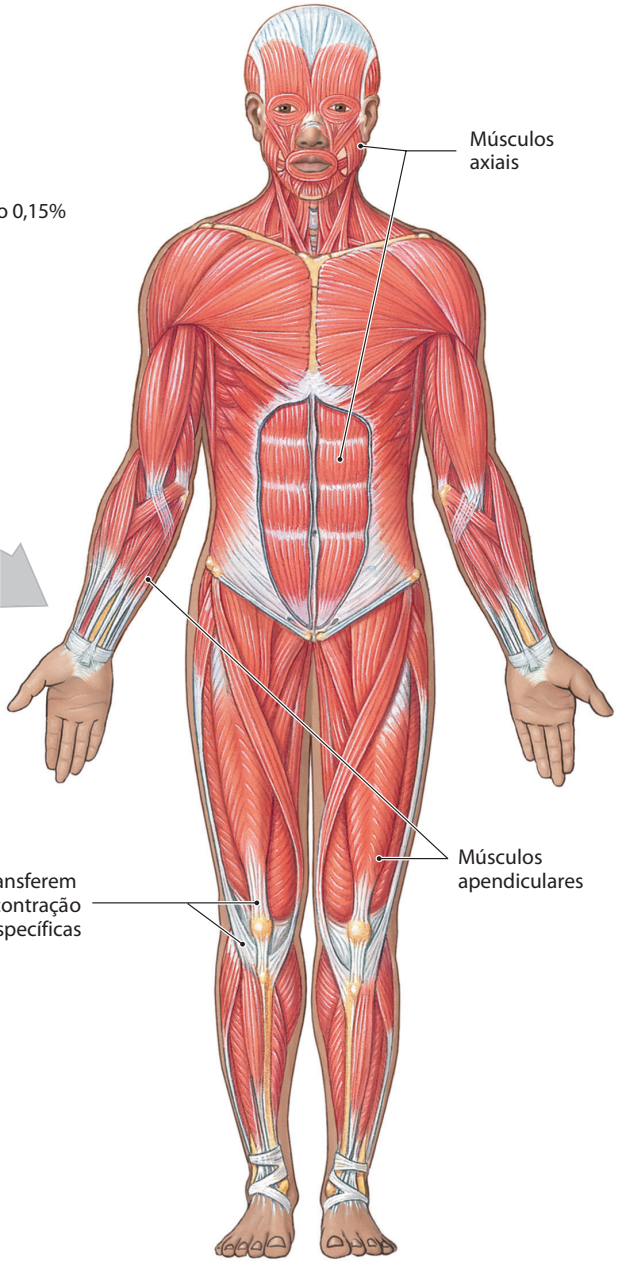
Organização funcional do sistema muscular

O **sistema muscular** responde por quase metade do peso do seu corpo.

1 O sistema muscular contribui mais para o peso do seu corpo do que qualquer outro sistema de órgãos.



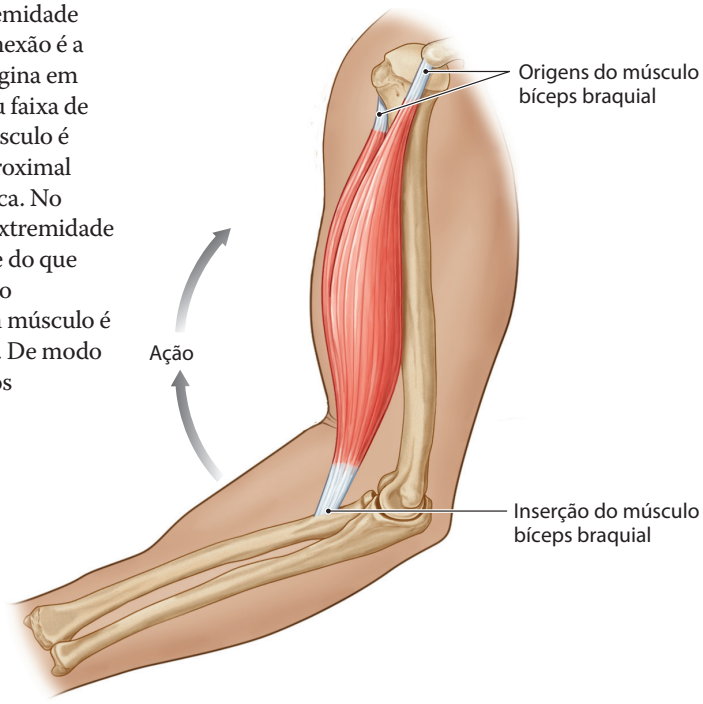
2 O sistema muscular pode ser dividido em partes axial e apendicular. Os **músculos axiais** sustentam e posicionam o esqueleto axial. Os **músculos apendiculares** sustentam, movimentam e contribuem para conectar os membros superiores e inferiores.



Esta seção considera a organização funcional do sistema muscular. O corpo humano contém aproximadamente 700 músculos esqueléticos que diferem amplamente em tamanho, forma e função. Embora as fibras musculares esqueléticas contraiam-se individualmente do mesmo modo e no mesmo grau, o desempenho de um músculo esquelético varia, de acordo com a organização das fibras musculares e do modo como o músculo anexa-se ao esqueleto.

Os nomes dos músculos fornecem informações sobre sua aparência e/ou função

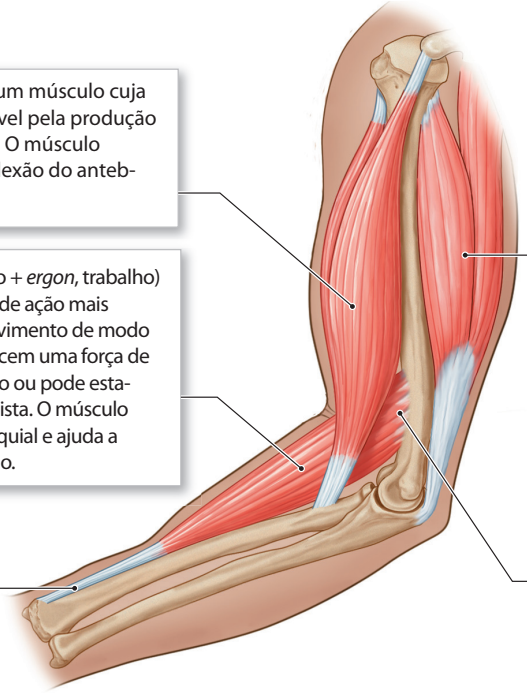
1 Na maioria dos casos, uma das extremidades de um músculo é fixa em uma posição e a outra extremidade se move durante uma contração. O local fixo de conexão é a **origem** do músculo. A maioria dos músculos se origina em um osso, mas alguns têm origem em uma bainha ou faixa de tecido conjuntivo. O local móvel de conexão do músculo é denominado **inserção**. A origem é normalmente proximal à inserção quando o corpo está na posição anatômica. No entanto, saber qual extremidade é a origem e qual extremidade é a inserção é, em última análise, menos importante do que saber onde as duas extremidades anexam-se e a ação produzida pelo músculo à contração. A **ação** de um músculo é o movimento por ele produzido pela sua contração. De modo geral, descrevemos ações em termos de movimentos relacionadas às articulações específicas.



2 Para realizar movimentos complexos, os músculos trabalham em grupo, e não individualmente. A ação muscular conjunta torna um determinado movimento mais eficiente. Com base nas suas funções, os músculos podem ser descritos como agonistas, antagonistas ou sinergistas.

Agonista, ou motor principal, é um músculo cuja contração é a principal responsável pela produção de um determinado movimento. O músculo bíceps braquial é o agonista da flexão do antebraço na articulação do cotovelo.

Quando um **sinergista** (*syn* -, junto + *ergon*, trabalho) contrai, potencializa um agonista, de ação mais poderosa, na execução de um movimento de modo mais eficiente. Os sinergistas oferecem uma força de tração adicional próximo à inserção ou pode estabilizar a região de origem do agonista. O músculo braquiorradial auxilia o bíceps braquial e ajuda a estabilizar a articulação do cotovelo.



Antagonista é um músculo cuja ação se opõe àquela de um determinado agonista. O músculo tríceps braquial efetua a extensão do antebraço na articulação do cotovelo e é, portanto, um antagonista do bíceps braquial. O bíceps braquial, por sua vez, é também um antagonista do tríceps braquial.

Terminologia do sistema muscular

Termos que indicam regiões específicas do corpo*	Termos que indicam posição, direção ou organização do fascículo	Termos que indicam características estruturais do músculo	Termos que indicam ações
Abdominal (do abdome)	Anterior (à frente)	**Natureza de origem**	**Geral**
Auricular (da orelha)	Externo (superficial, localizado externamente)	Bíceps (duas cabeças)	Abaixador (em direção inferior, para baixo)
Braquial (do braço)	Extrínseco (que se fixa na superfície externa)	Tríceps (três cabeças)	Abdutor (que afasta do plano mediano)
Carpo (punho)	Inferior (em direção aos pés)	Quadríceps (quatro cabeças)	Adutor (que aproxima do plano mediano)
Calcâneo (do calcanhar)	Interno (no interior, profundo)	**Forma**	Extensor (que alonga, estende)
Cervical (do pescoço)	Intrínseco (que se fixa na superfície interna)	Deltoide (delta, triângulo)	Flexor (que traciona, dobra, flete)
Coccígeo (do cóccix)	Lateral (próximo ao plano sagital lateral)	Orbicular (circular)	Levantador (que desloca e em direção superior)
Costal (da costela)	Medial (próximo ao plano mediano)	Pectíneo (formato de pente)	Pronador (que posiciona em decúbito ventral)
Cutâneo (da pele)	Oblíquo (inclinado)	Piriforme (formato de pera)	Supinador (que posiciona em decúbito dorsal)
Escapular (escápula)	Posterior (para trás)	Platisma (achatado, plano)	Tensor (que gera tensão)
Femoral (do fêmur)	Superior (em direção à cabeça)	Piramidal (pirâmide)	**Específico**
Glosso (da língua)	Transverso (na transversal)	Romboide (paralelogramo)	Ancônio (cotovelo)
Hálux (primeiro dedo do pé)		Serrátil (formato de serra)	Bucinador (trompetista)
Ílio (flanco)**		Esplênio (faixa)	Risório (riso)
Inguinal (da virilha)		**Outras características importantes**	Sartório (alfaiate)
Lombar (região do lombo)		Alba (branca)	
Nasal (do nariz)		Breve (curto)	
Nucal (da nuca)		Grácil (esguio)	
Poplítea (região posterior do joelho)		Lata (larga)	
Temporal (da têmpora)		Latíssimo (mais largo)	
Torácica (do tórax)		Magno (grande)	
		Máximo (o maior)	
		Mínimo (o menor)	
		Vasto (grande)	

3 O quadro inclui um resumo útil dos termos mais importantes utilizados na nomenclatura dos músculos esqueléticos. Familiarizar-se com esses termos será útil para identificar e lembrar de músculos específicos. Os nomes completos de quase todos os músculos esqueléticos incluem o termo "músculo" (as únicas exceções são o platisma e o diafragma). Embora o nome completo geralmente apareça no texto, como o músculo bíceps braquial, para simplificar, utilizaremos apenas o nome descritivo (bíceps braquial) em figuras e tabelas.

*Para outros termos que indicam regiões específicas do corpo, ver Módulo 1.6.

**Nota do RT: o termo ílio (do latim *ilium*), relacionado à osteologia, foi adotado por Vesalius em 1543 e é associado ao termo latino *ilia*, com o sentido de flanco ou ventre, considerando a situação topográfica do osso e dos músculos a ele relacionados. Fique atento para a grafia e significado diferentes desse termo em relação à palavra íleo (do latim *ileum*), que se refere ao segmento distal do intestino delgado e deriva do termo grego *eileos*, que significa torcer, dar voltas, conforme Joffre M. de Rezende no artigo "Íleo, Ileus e Ílio, publicado no n. 1, v. 17, da Acta Cirúrgica Brasileira (2002).

Revisão do Módulo 6.11

a. Considerando as ações musculares, defina o termo *sinergista*.

b. Qual é a relação entre a ação muscular do bíceps braquial e do tríceps braquial?

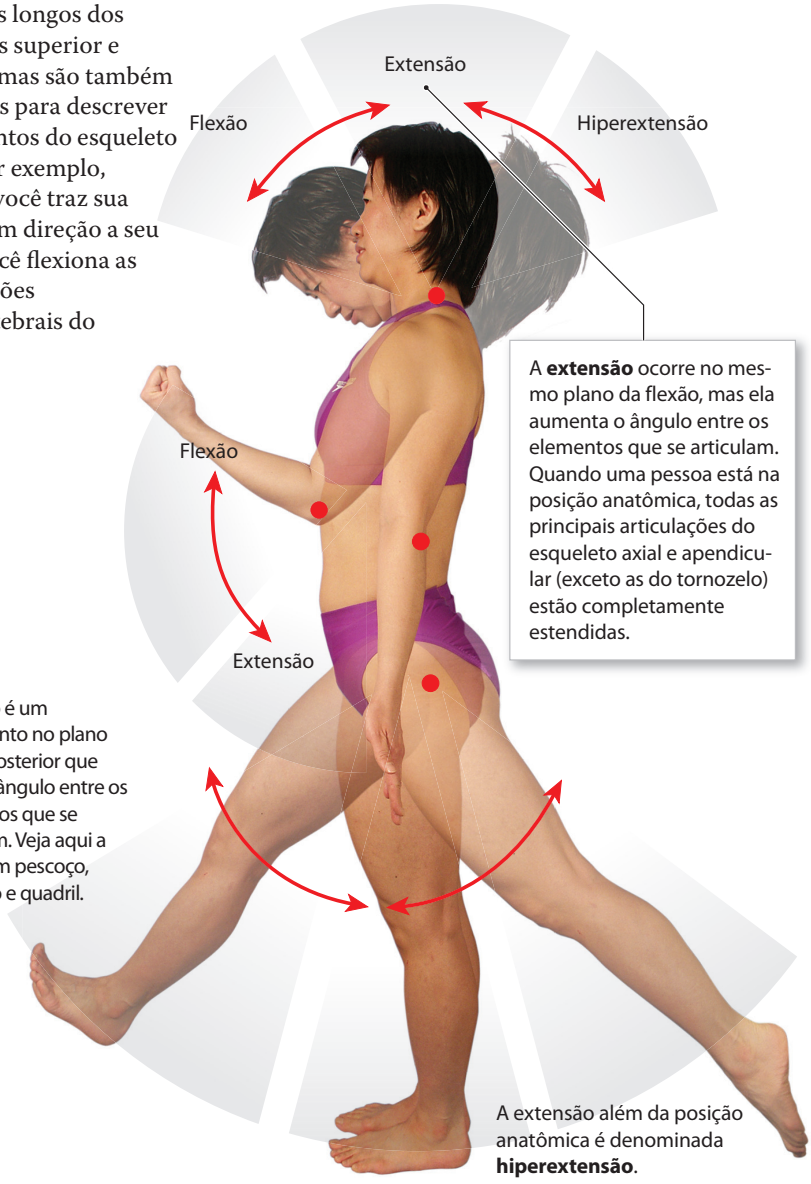
c. O que o nome *flexor longo radial do carpo* pode dizer a respeito da anatomia desse músculo?

Termos descritivos gerais são utilizados para nomear os movimentos em relação à posição anatômica

É muito mais fácil entender os termos usados para descrever os movimentos do corpo, quando você vê as ações em curso. Você deve procurar se familiarizar com os termos descritivos apresentados nos Módulos 6.12 e 6.13, pois eles serão muito utilizados para descrever as ações dos músculos esqueléticos.

Flexão e extensão

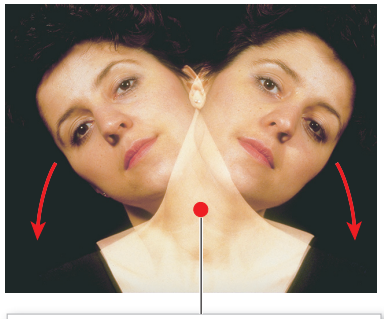
1 A flexão e a extensão são geralmente aplicadas aos movimentos dos ossos longos dos membros superior e inferior, mas são também utilizadas para descrever movimentos do esqueleto axial. Por exemplo, quando você traz sua cabeça em direção a seu peito, você flexiona as articulações intervertebrais do pescoço.



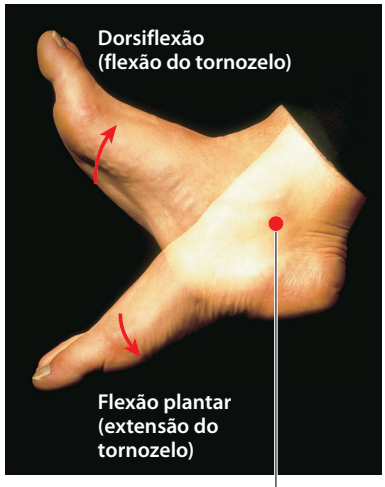
A **extensão** ocorre no mesmo plano da flexão, mas ela aumenta o ângulo entre os elementos que se articulam. Quando uma pessoa está na posição anatômica, todas as principais articulações do esqueleto axial e apendicular (exceto as do tornozelo) estão completamente estendidas.

A **flexão** é um movimento no plano anteroposterior que reduz o ângulo entre os elementos que se articulam. Veja aqui a flexão em pescoço, cotovelo e quadril.

A extensão além da posição anatômica é denominada **hiperextensão**.



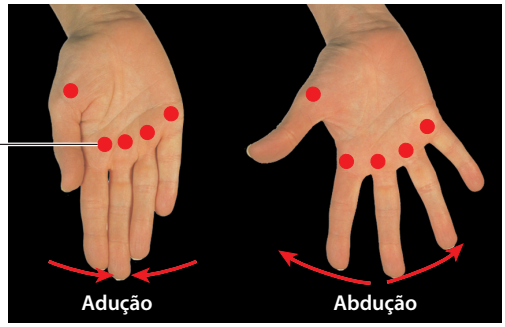
A **flexão lateral** ocorre quando sua coluna vertebral curva-se para o lado. Esse movimento é mais pronunciado nas regiões cervical e torácica.

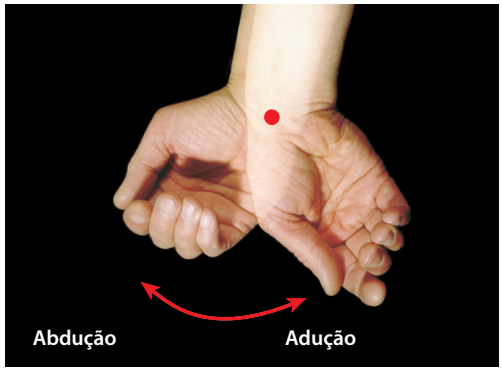


A **dorsiflexão** é a flexão na articulação do tornozelo e elevação da planta do pé, como quando o corpo, em pé, se apoia no calcanhar. A **flexão plantar** (*planta*, sola), o movimento oposto, estende a articulação do tornozelo e eleva o calcanhar, como quando se está na ponta dos pés.

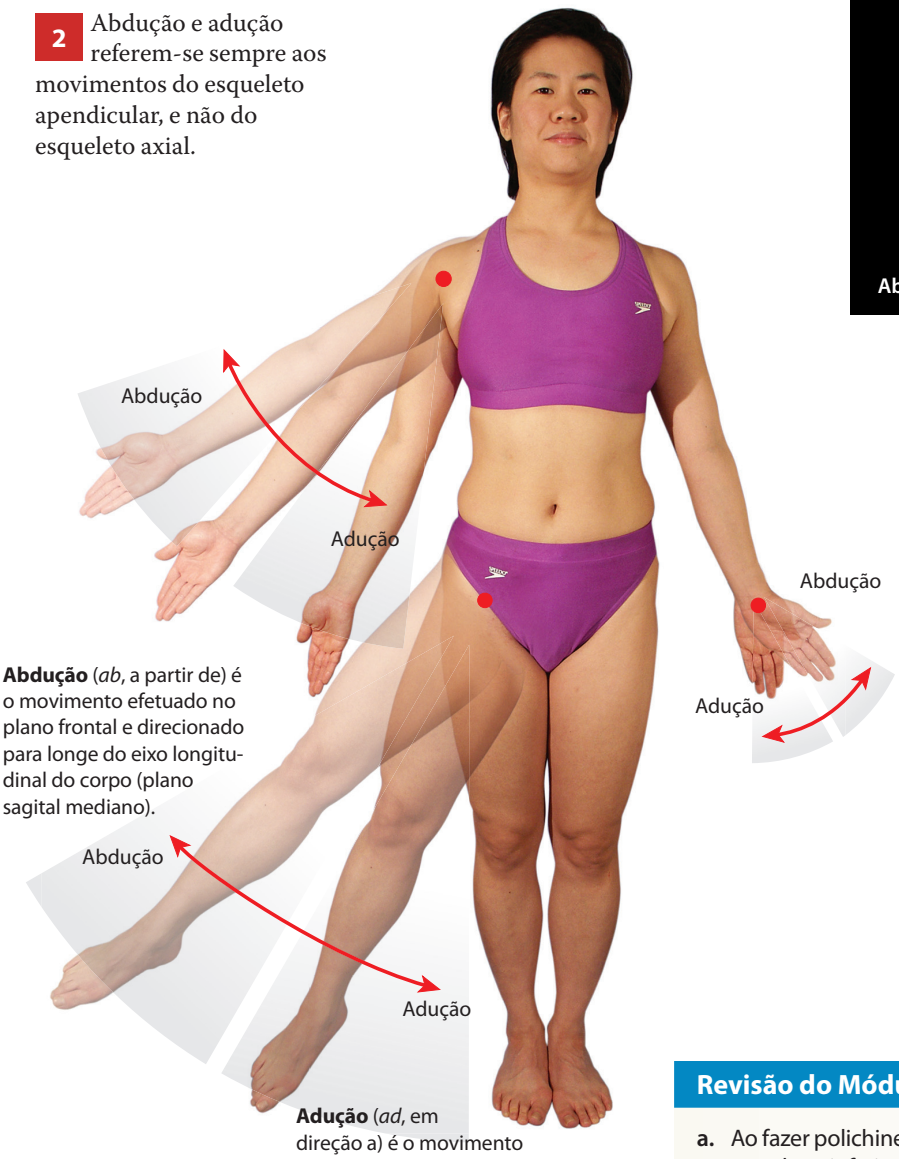
Abdução e adução

Quando se afastam os dedos das mãos ou dos pés, eles são abduzidos, pois se movem para longe do dedo médio. Aproximá-los é o mesmo que realizar a adução dos dedos. Na adução, os dedos da mão movem-se em direção ao eixo do dedo médio e, na abdução, os dedos da mão afastam-se dele; o mesmo ocorre com os dedos dos pés, em relação ao segundo dedo.





2 Abdução e adução referem-se sempre aos movimentos do esqueleto apendicular, e não do esqueleto axial.

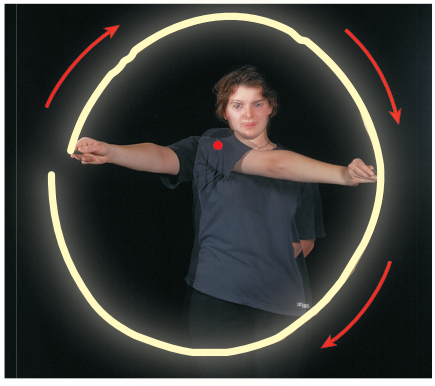


Abdução (*ab*, a partir de) é o movimento efetuado no plano frontal e direcionado para longe do eixo longitudinal do corpo (plano sagital mediano).

Adução (*ad*, em direção a) é o movimento efetuado no plano frontal e em direção ao eixo longitudinal do corpo (plano sagital mediano).

Circundução

3 Ao movimentar seu braço como se você estivesse desenhando um grande círculo na parede, você está executando o movimento de **circundução**. Nesse movimento, a mão descreve um círculo amplo, sem que haja rotação do antebraço ou da mão.



Revisão do Módulo 6.12

a. Ao fazer polichinelos, quais movimentos você realiza nos membros inferiores?

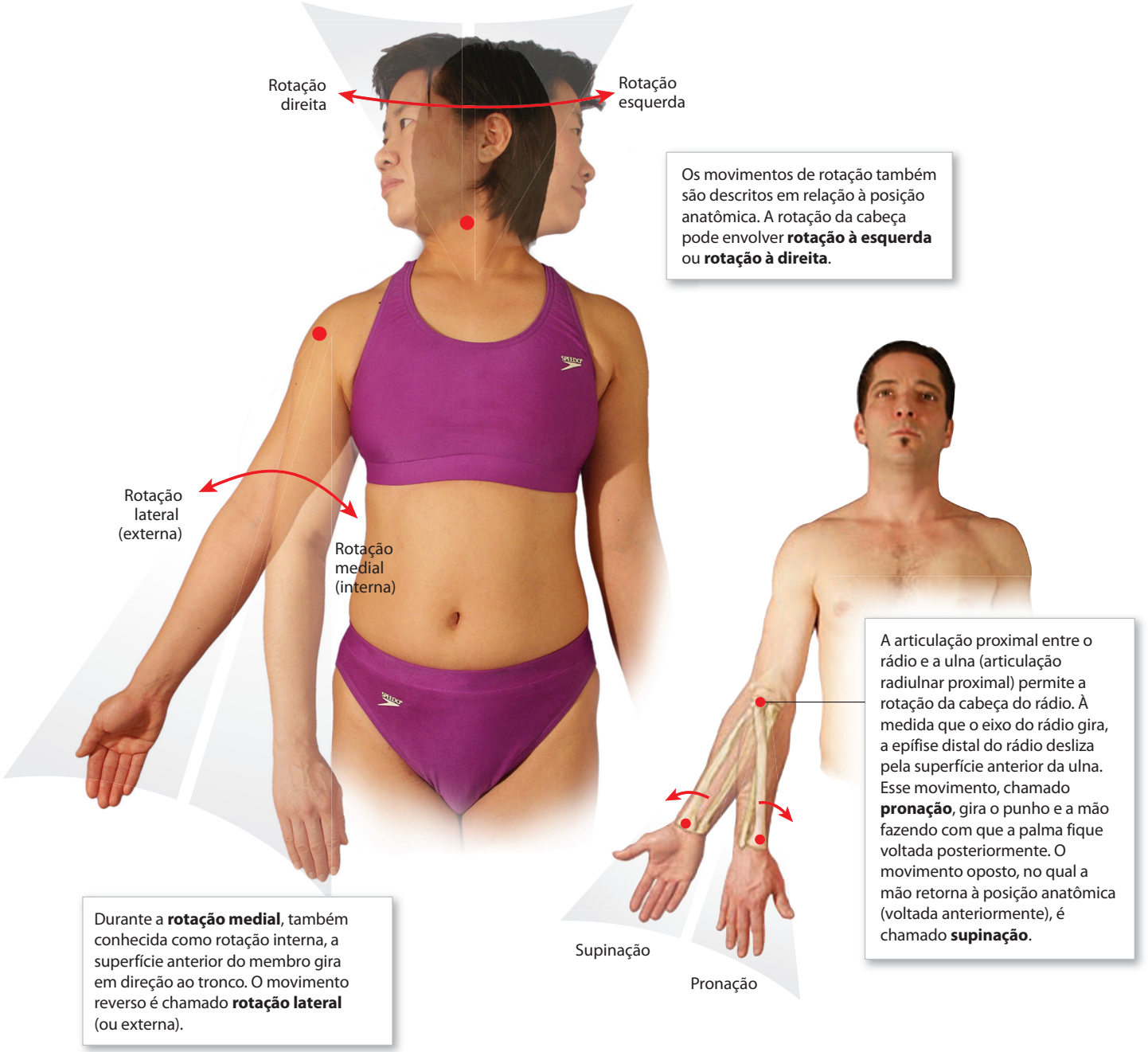
b. Quais movimentos estão associados à articulação do tipo dobradiça?

c. Descreva comparativamente a dorsiflexão e a flexão plantar.

Termos de aplicação menos frequentes descrevem movimentos de rotação e movimentos especiais

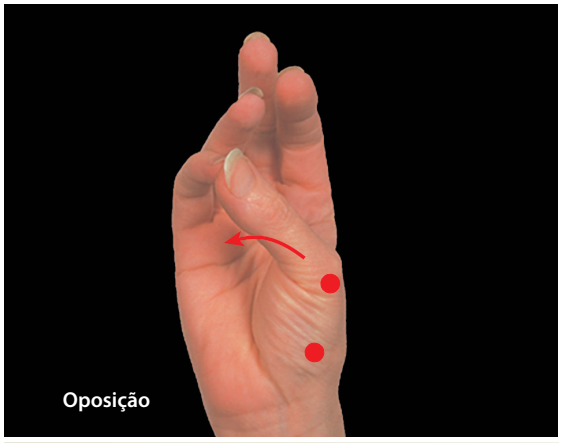
Rotação

1 Os movimentos de rotação do tronco são descritos como rotação para a esquerda ou rotação para a direita. A rotação dos membros pode ser descrita como rotação medial ou lateral; termos especiais são usados para descrever os movimentos de rotação do antebraço.

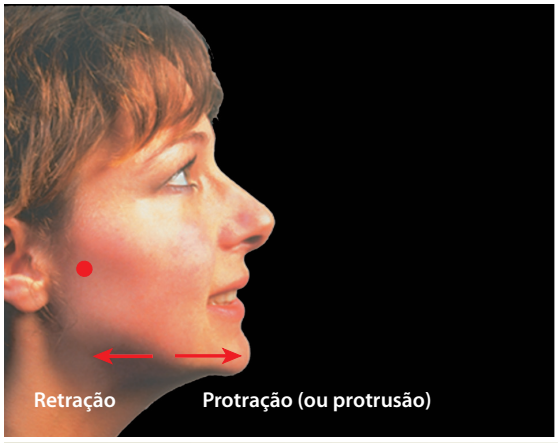


Movimentos especiais

2 Existem vários termos especiais que se aplicam às articulações específicas ou tipos especiais de movimento.

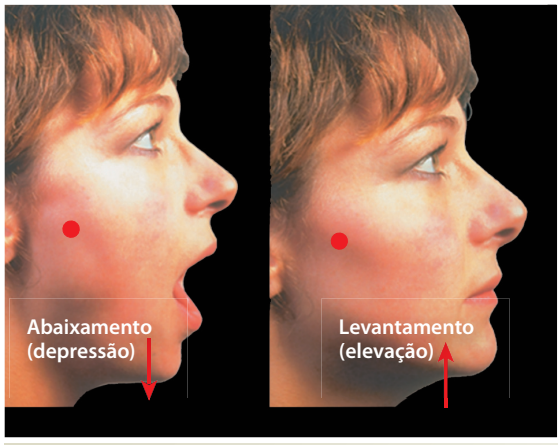


A **oposição** é o movimento do polegar em direção à palma da mão ou às pontas dos outros dedos, permitindo que você segure objetos entre o polegar e a palma. A oposição envolve movimento na articulação carpometacarpal do polegar e nas articulações metacarpofalângicas. A flexão na quinta articulação metacarpofalângica pode auxiliar nesse movimento.



A **protração** (ou protrusão) refere-se ao movimento de parte do corpo anteriormente no plano horizontal. **Retração** é o movimento inverso. Você protrai sua mandíbula ao tocar os dentes inferiores no lábio superior, e você protrai suas clavículas ao cruzar os braços.

A **inversão** (*in*, para dentro + *vertere*, virar) é um movimento de torção que gira a planta do pé para dentro (em direção ao plano sagital mediano), elevando a margem medial. O movimento inverso é denominado **eversão** (*e*, para fora).



O **abaixamento** (depressão) ou o **levantamento** (elevação) ocorrem quando uma estrutura move-se em uma direção inferior ou superior, respectivamente.

Revisão do Módulo 6.13

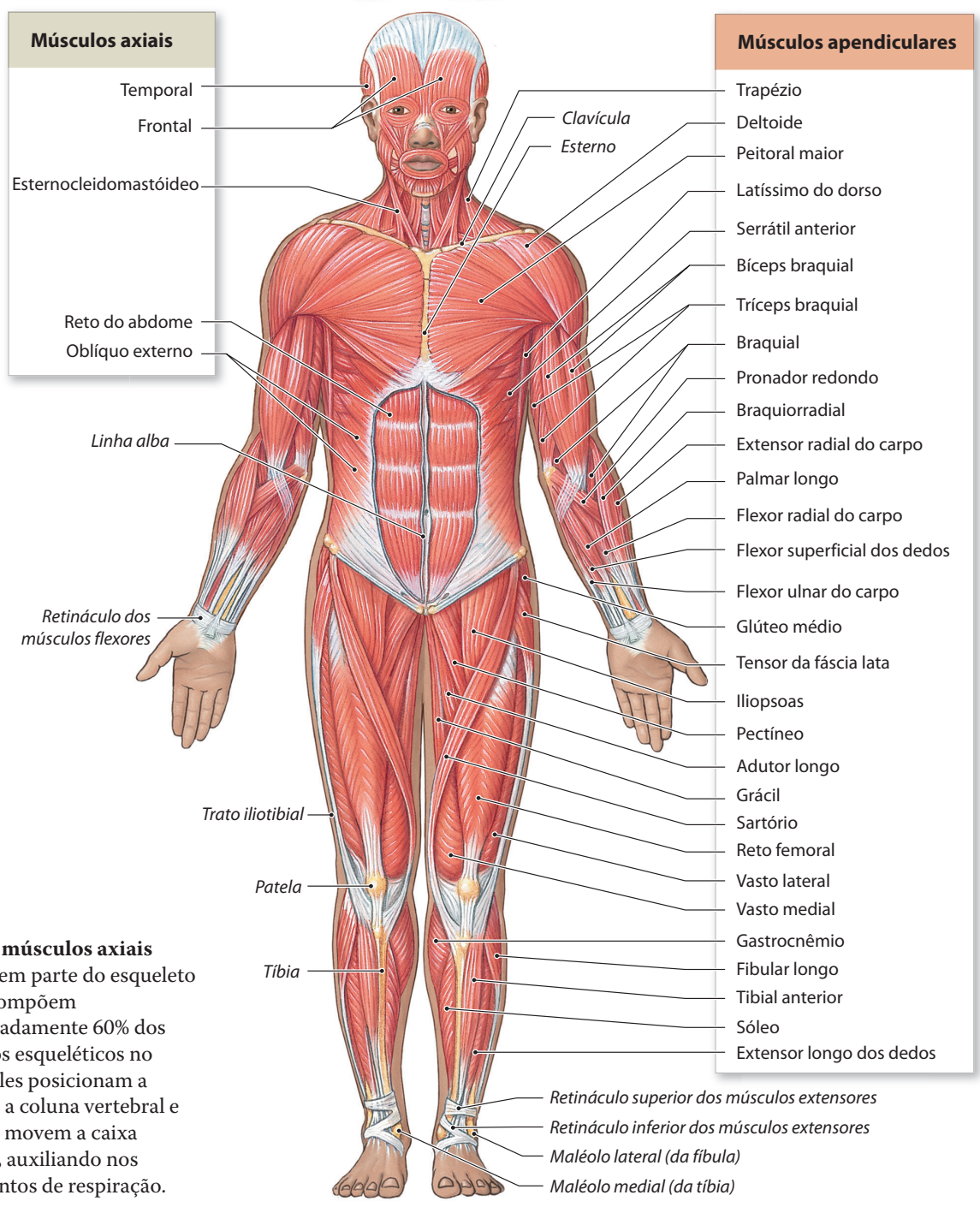
a. Quando você estala os dedos, quais movimentos do polegar e da terceira articulação metacarpofalângica são necessários?

b. Quais movimentos são realizados pela rotação da cabeça do rádio?

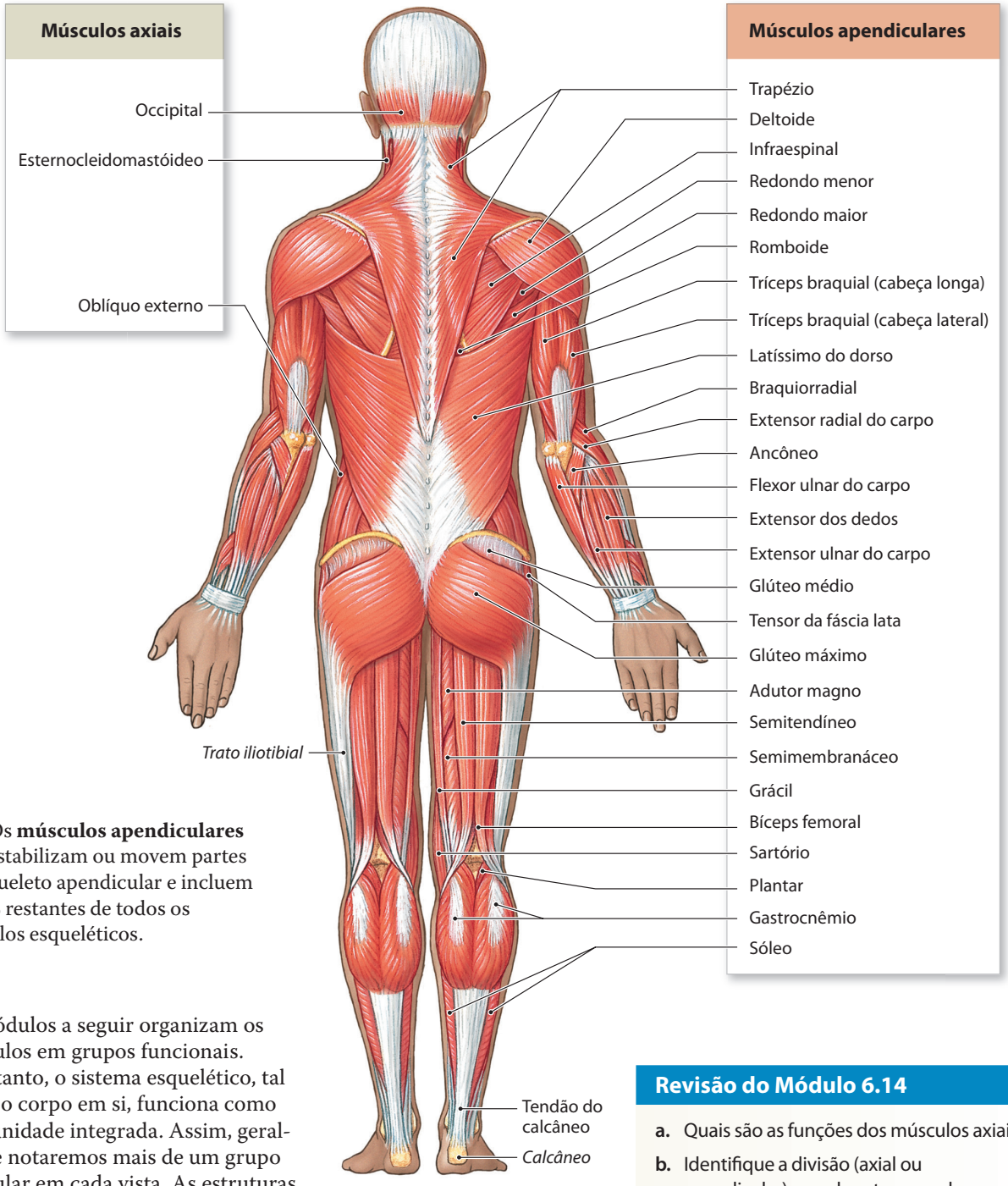
c. Quais movimentos são realizados com a mão ao se calçar uma luva apertada?

6.14

Conforme suas origens e funções, os músculos esqueléticos são agrupados na divisão axial ou na divisão apendicular



1 Os **músculos axiais** fazem parte do esqueleto axial e compõem aproximadamente 60% dos músculos esqueléticos no corpo. Eles posicionam a cabeça e a coluna vertebral e também movem a caixa torácica, auxiliando nos movimentos de respiração.



2 Os **músculos apendiculares** estabilizam ou movem partes do esqueleto apendicular e incluem os 40% restantes de todos os músculos esqueléticos.

Os módulos a seguir organizam os músculos em grupos funcionais. Entretanto, o sistema esquelético, tal como o corpo em si, funciona como uma unidade integrada. Assim, geralmente notaremos mais de um grupo muscular em cada vista. As estruturas que não fazem parte do sistema muscular serão apresentadas em itálico.

Revisão do Módulo 6.14

a. Quais são as funções dos músculos axiais?

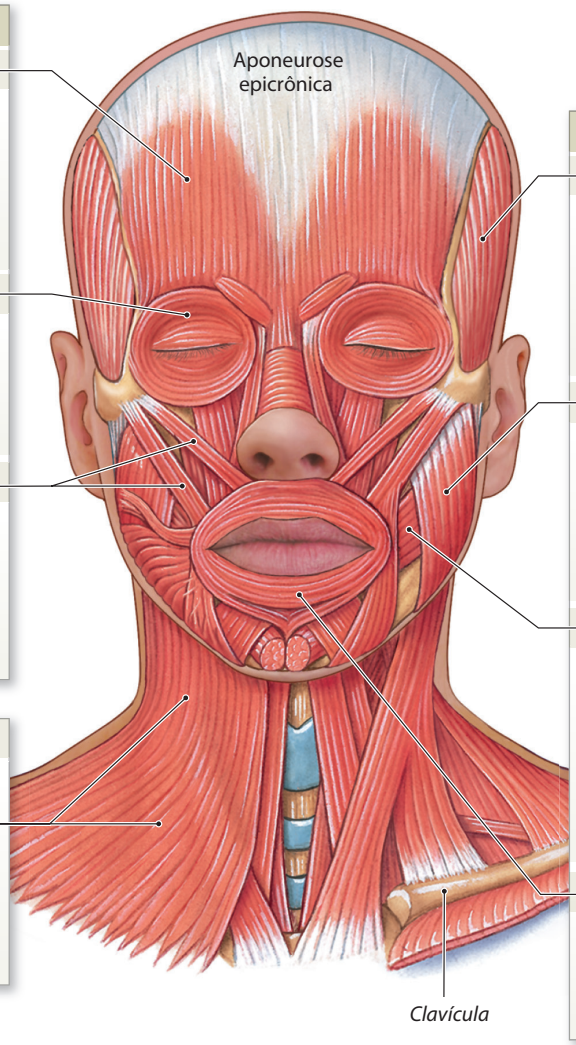
b. Identifique a divisão (axial ou apendicular) a qual pertence cada um dos seguintes músculos: bíceps braquial, oblíquo externo, temporal e vasto medial.

c. Quais estruturas identificadas nas figuras deste módulo não são músculos?

Os músculos da cabeça e do pescoço são importantes no processo da mastigação e úteis à comunicação

Os músculos da expressão facial originam-se na superfície do crânio. As fibras do epimísio, nas inserções do crânio, são entrelaçadas às fibras do tecido conjuntivo e da derme da pele. Assim, quando se contraem, a pele se move.

1 Esta vista anterior mostra os músculos superficiais do lado direito da face e os músculos profundos do lado esquerdo.



Músculos da face

Frontal

Origem: Aponeurose epicrônica couro cabeludo
Inserção: Pele da sobrancelha e ponte do nariz
Ação: Levanta a sobrancelha, enruga a testa

Orbicular do olho

Origem: Margem medial da órbita
Inserção: Pele ao redor das pálpebras
Ação: Fecha os olhos

Zigomático

Origem: Osso zigomático
Inserção: Ângulo da boca e lábio superior
Ação: Retrai e eleva o ângulo da boca e o lábio superior

Platisma

Origem: Região superior do tórax, entre a cartilagem da segunda costela e o acrômio da escápula
Inserção: Mandíbula e pele da bochecha
Ação: Tensiona a pele do pescoço, abaixa a mandíbula

Músculos faciais

Temporal

Origem: Ao longo das linhas temporais do crânio
Inserção: Processo coronoide da mandíbula
Ação: Eleva a mandíbula até o contato com a maxila

Masseter

Origem: Arco zigomático
Inserção: Superfície lateral do ramo da mandíbula
Ação: Eleva a mandíbula até o contato com a maxila

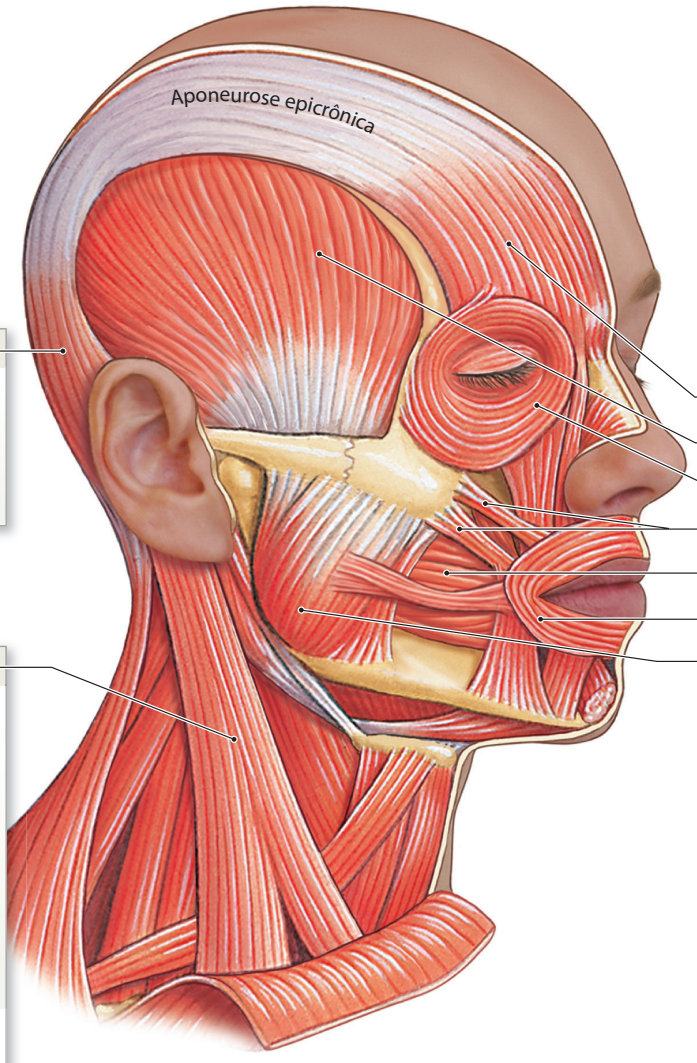
Bucinador

Origem: Processo alveolar do osso maxilar e mandíbula
Inserção: Fibras do orbicular da boca
Ação: Comprime as bochechas e gera diferença de pressão na cavidade oral, favorecendo a sucção

Orbicular da boca

Origem: Maxilas e mandíbula
Inserção: Lábios
Ação: Comprime, aperta os lábios

2 A vista lateral correspondente apresenta os principais músculos da face. Observe a abundância de músculos envolvidos no movimento dos lábios.



Occipitofrontal, ventre occipital

Origem: Ossos occipital e temporal

Inserção: Aponeurose epicrânica (couro cabeludo)

Ação: Traciona o couro cabeludo

Esternocleidomastóideo

Origem: Uma cabeça (cabeça posterior) na clavícula e a outra (cabeça anterior) no manúbrio do esterno

Inserção: Processo mastoide do osso temporal e porções adjacentes do osso occipital

Ação: Flexiona o pescoço; a contração unilateral (em apenas um dos dois músculos) flexiona a cabeça em direção ao ombro e produz a rotação da cabeça

Músculos da face

- Frontal
- Temporal
- Orbicular do olho
- Zigomático
- Bucinador
- Orbicular da boca
- Masseter

Revisão do Módulo 6.15

a. De modo geral, onde os músculos da expressão facial originam-se?

b. Cite os músculos envolvidos ao morder uma maçã.

c. Quais músculos são utilizados para produzir um sorriso?

Os músculos da coluna vertebral sustentam e alinham o esqueleto axial

1 Os **músculos da coluna vertebral** estão dispostos em camadas, que incluem os músculos que se originam ou se inserem nas costelas e nos processos vertebrais. Embora essa massa de músculos estenda-se desde o sacro até o crânio, cada grupo é composto por numerosos músculos individuais, de comprimentos variados.

Extensores da coluna vertebral, camada superficial

Esplênio da cabeça

Eretores da espinha

Os músculos eretores da espinha são subdivididos com base na proximidade da coluna vertebral.

Espinais

Origem: Processos transverso e espinhoso das vértebras torácicas e vértebras lombares superiores

Inserção: Processos espinhosos das vértebras torácicas superiores

Ação: Estende a coluna vertebral

Longuíssimo

Origem: Processos transversos das vértebras cervicais inferiores, torácicas e lombares

Inserção: Processo mastoide do osso temporal; processos transversos das vértebras cervicais superiores e intermediárias e das vértebras torácicas; face inferior das costelas

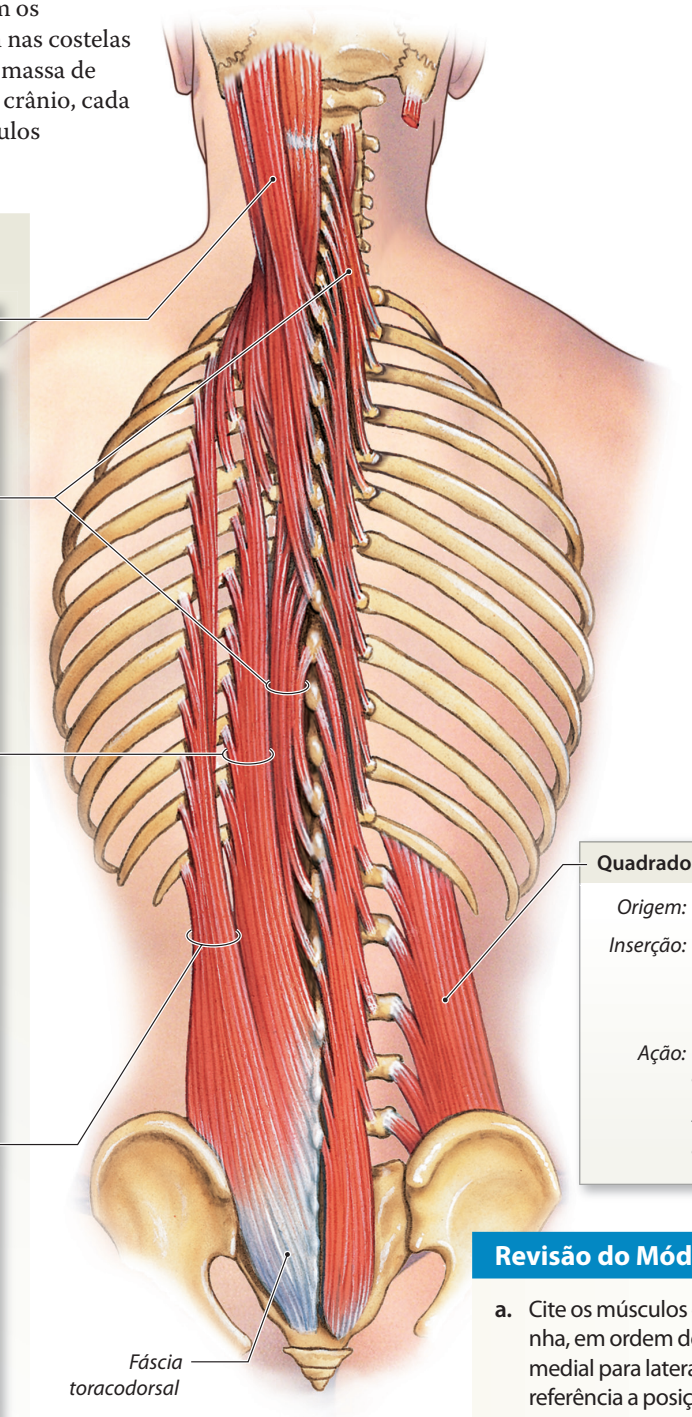
Ação: Acionado bilateralmente, produz extensão da coluna vertebral; unilateralmente, produz rotação e flexão lateral do tronco

Iliocostal

Origem: Margens superiores das costelas, crista ilíaca, cristas sacrais e processos espinhosos das vértebras lombares

Inserção: Processos transversos das vértebras cervicais intermediárias e inferiores; face inferior das sete costelas inferiores

Ação: Estende ou flexiona lateralmente a coluna vertebral, levanta ou abaixa as costelas



Vista posterior

Quadrado do lombo

Origem: Crista ilíaca

Inserção: Última costela e processos transversos das vértebras lombares

Ação: Bilateralmente, abaixa as costelas; unilateralmente, flexiona lateralmente a coluna vertebral

Revisão do Módulo 6.16

a. Cite os músculos eretores da espinha, em ordem de localização, de medial para lateral, tomando como referência a posição anatômica.

b. Quais músculos da coluna vertebral originam-se na crista ilíaca?

c. Cite os músculos extensores da coluna vertebral que se inserem no crânio.

Os músculos oblíquos e retos formam a parede muscular do tronco

1 Os músculos *oblíquos* dispõem-se em ângulo em relação ao eixo do corpo, enquanto os músculos *retos* estão posicionados paralelamente ao eixo.

Grupo oblíquo

Região torácica

Intercostais externos

Origem: Margem costal inferior (margem inferior de cada uma das costelas)

Inserção: Margem superior da costela inferior adjacente

Ação: Eleva as costelas

Intercostais internos

Origem: Margem costal superior

Inserção: Margem costal inferior da costa superior adjacente

Ação: Abaixa as costelas

Região abdominal

Oblíquo externo

Origem: Margem externa e inferior das costelas V a XII

Inserção: Linha alba e crista ilíaca

Ação: Comprime o abdome; abaixa as costelas, flexiona ou inclina a coluna vertebral

Oblíquo interno

Origem: Fáscia toracolombar e crista ilíaca

Inserção: Costelas inferiores, processo xifoide e linha alba

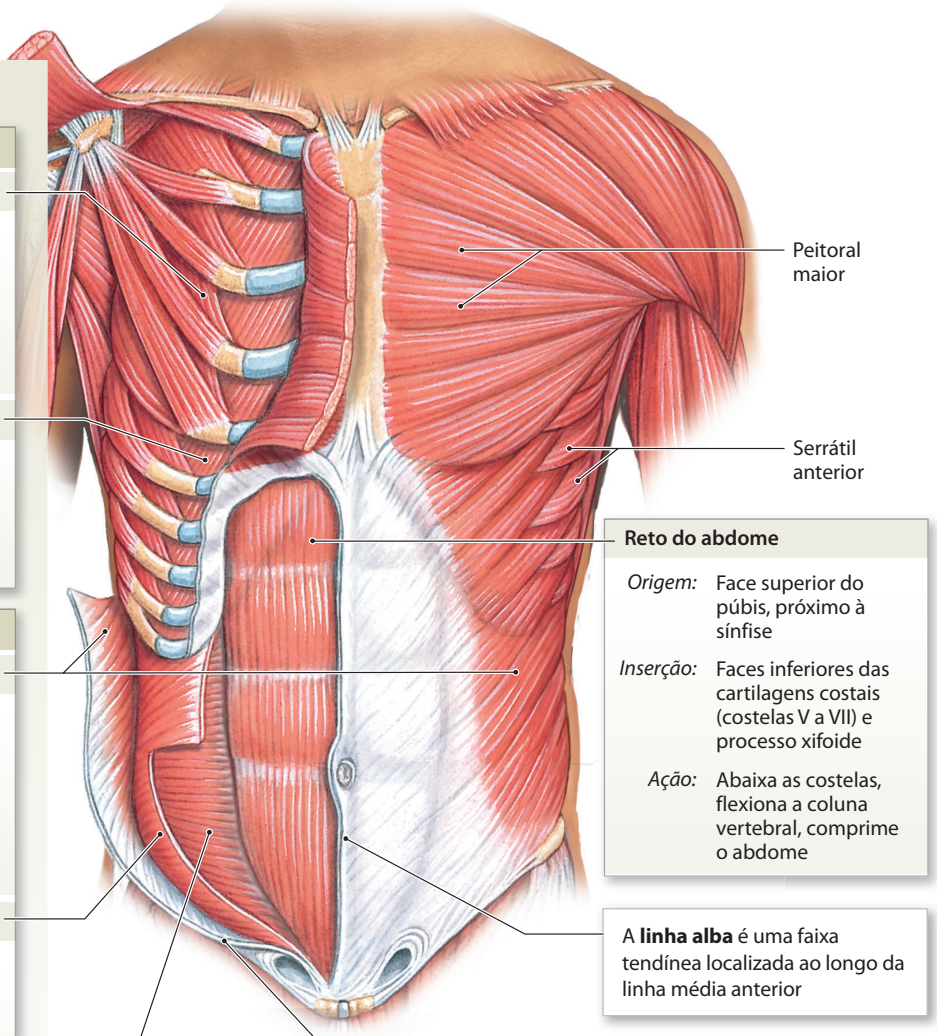
Ação: Comprime o abdome; abaixa as costelas, flexiona ou inclina a coluna vertebral

Transverso do abdome

Origem: Cartilagens das costelas VI a XII, crista ilíaca e fáscia toracolombar

Inserção: Linha alba e púbis

Ação: Comprime o abdome



Vista anterior

Os músculos profundos são mostrados do lado direito do corpo e os músculos superficiais dos grupos oblíquo e reto são mostrados do lado esquerdo.

Revisão do Módulo 6.17

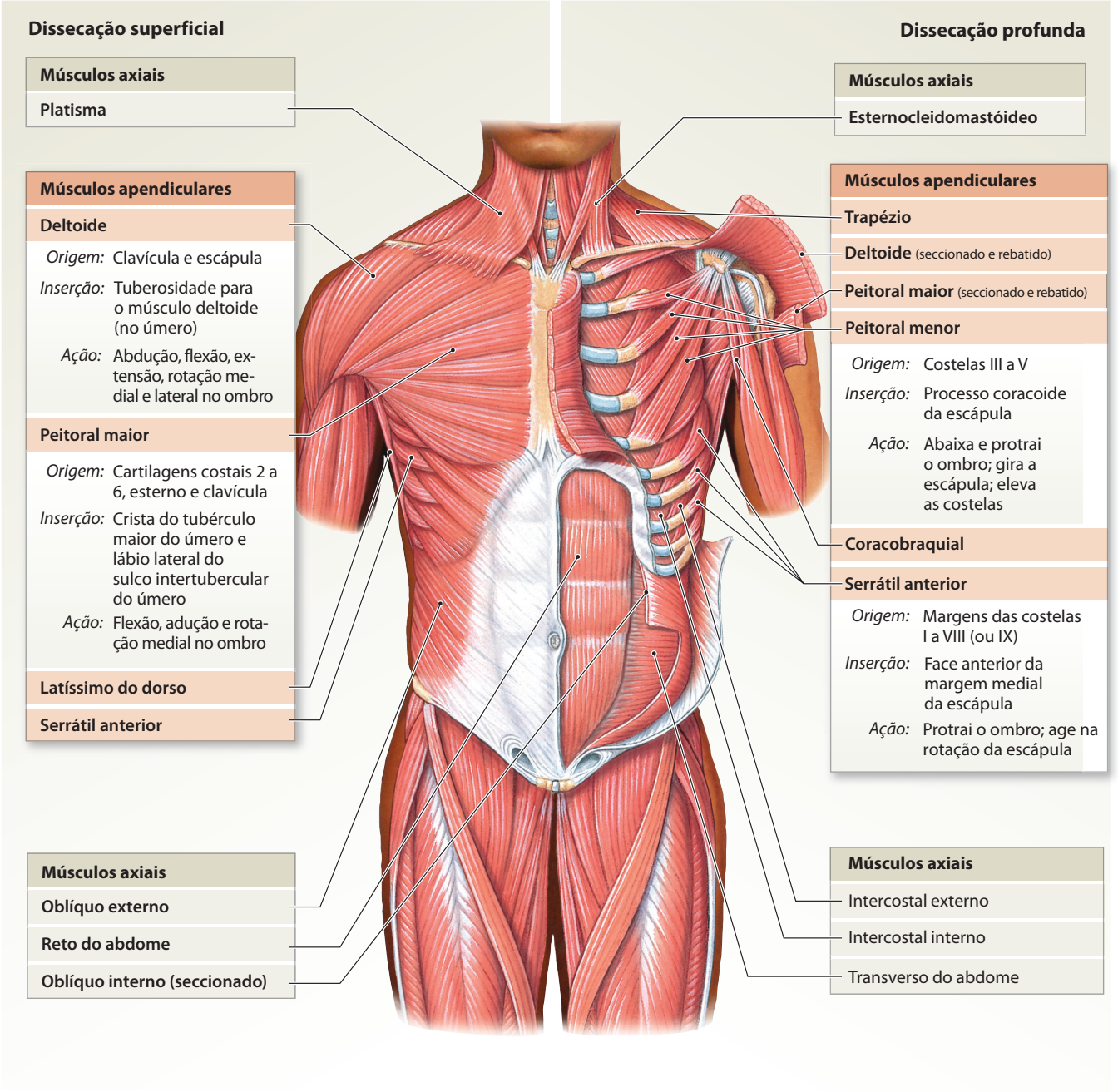
a. Cite os músculos do abdome, na ordem em que se dispõem, do plano mais superficial ao mais profundo.

b. Lesões dos músculos intercostais externos podem interferir em qual função importante do organismo?

c. Se alguém o golpeasse na região do músculo reto do abdome, como a posição do seu corpo mudaria?

Os grandes músculos axiais e apendiculares originam-se no tronco

1 Os Módulos 6.15 e 6.17 tratam dos músculos axiais, muitos dos quais estão inclusos aqui. Os músculos que se originam no tronco são geralmente grandes e controlam os movimentos amplos dos membros. Distalmente, os músculos dos membros são menores e mais numerosos, e seus movimentos mais precisos e delicados.



2 A superfície posterior do tronco, dorso, é predominantemente ocupada pelos músculos apendiculares, que se originam nos ossos grandes e proximais dos cíngulos e dos membros superiores e inferiores.

Dissecação superficial

Dissecação profunda

O **ligamento nucal** estende-se desde o osso occipital ao processo espinhoso da última vértebra cervical.

Músculos apendiculares

Trapézio

Origem: Osso occipital, ligamento nucal e processos espinhosos das vértebras torácicas

Inserção: Clavícula e escápula

Ação: Eleva ou roda a escápula, eleva a clavícula ou estende o pescoço

Deltoide

Latíssimo do dorso

Origem: Processos espinhosos da lombar e vértebras torácicas inferiores, costelas VIII a XII e fáscia toracolombar

Inserção: Assoalho do sulco intertubercular do úmero

Ação: Extensão, adução e rotação média no ombro

Glúteo médio

Origem: Crista ilíaca, linhas glúteas do ílio

Inserção: Trocanter maior do fêmur

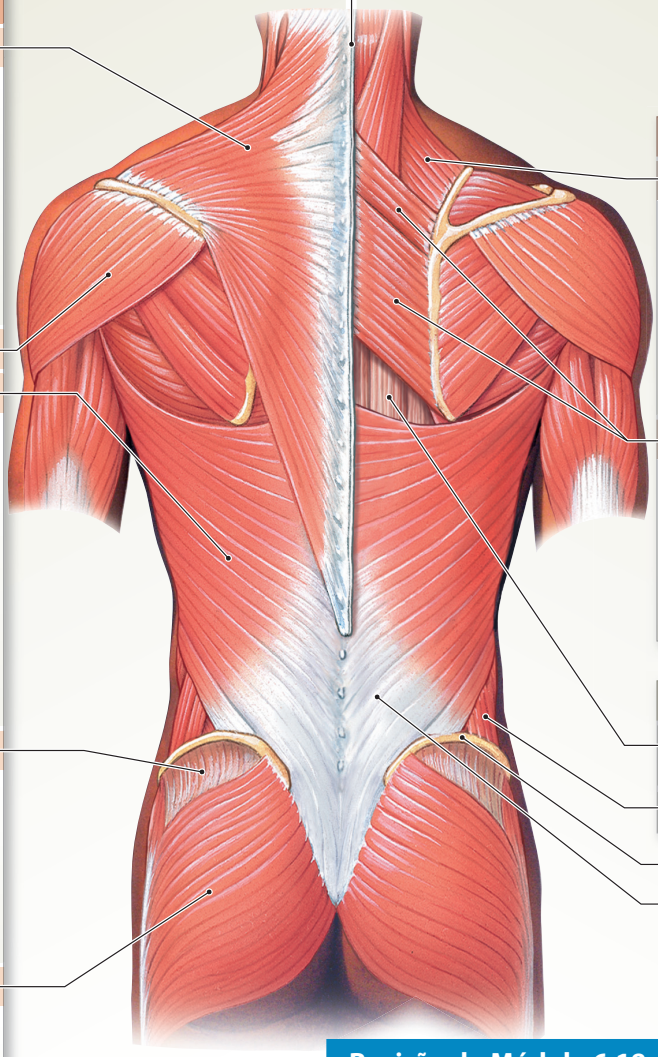
Ação: Abdução e rotação média no quadril

Glúteo máximo

Origem: Crista ilíaca, ílio, sacro, cóccix e fáscia toracolombar

Inserção: Trato iliotibial e tuberosidade glútea do fêmur

Ação: Extensão e rotação lateral no quadril



Músculos apendiculares

Levantador da escápula

Origem: Processos transversos das quatro primeiras vértebras cervicais

Inserção: Margem medial da escápula próximo ao ângulo superior

Ação: Eleva a escápula

Músculos romboides

Origem: Processos espinhosos das vértebras CVII a TV

Inserção: Margem medial da escápula

Ação: Adução da escápula

Músculos axiais

Grupo de músculos eretores da espinha

Oblíquo externo

Crista ilíaca

Fáscia toracolombar

Revisão do Módulo 6.18

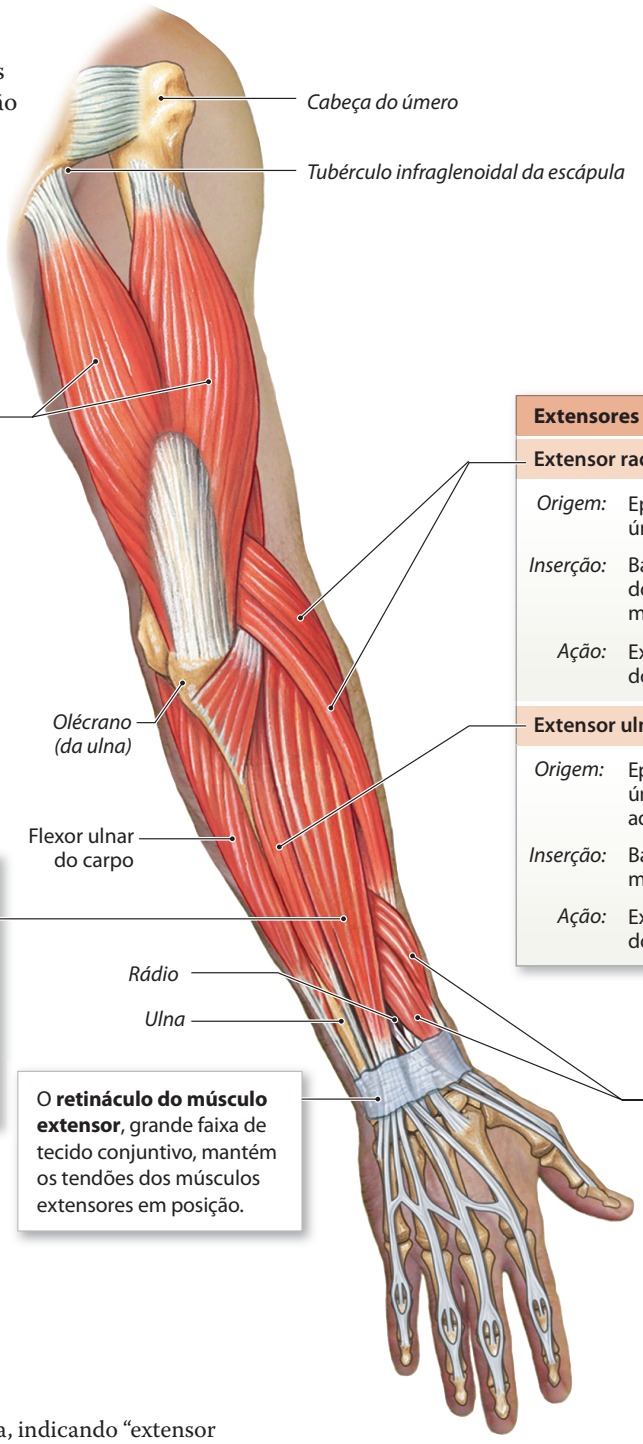
a. Ao elevar os ombros, você utiliza uma linguagem não verbal para sinalizar que não se importa com algo. Quais músculos são envolvidos nesse gesto corporal?

b. Cite os músculos apendiculares que se inserem no úmero. Qual deles realiza a abdução do braço?

c. Identifique a que divisão, axial ou apendicular, pertencem os seguintes músculos: deltoide, oblíquo externo, glúteo máximo e peitoral maior.

Os músculos proximais são maiores, mais fortes, em menor quantidade e menos precisos em suas ações do que os músculos distais dos membros

1 Esta vista posterior mostra a camada superficial de músculos envolvidos no movimento de extensão no cotovelo e no carpo (punho).



Extensores do cotovelo

Tríceps braquial

Origem: Cabeça da margem lateral superior do úmero, superfície posterior do úmero e escápula

Inserção: Olécrano (da ulna)

Ação: Extensão do cotovelo, extensão e adução no ombro

Extensores do carpo

Extensor radial do carpo*

Origem: Epicôndilo lateral do úmero

Inserção: Base do segundo e do terceiro ossos do metacarpo

Ação: Extensão e abdução do punho

Extensor ulnar do carpo

Origem: Epicôndilo lateral do úmero; superfície dorsal adjacente da ulna

Inserção: Base do osso metacarpal V

Ação: Extensão e adução do carpo

Músculos extensores dos dedos da mão

Músculos extensores dos dedos

Origem: Epicôndilo lateral do úmero

Inserção: Faces posteriores das falanges

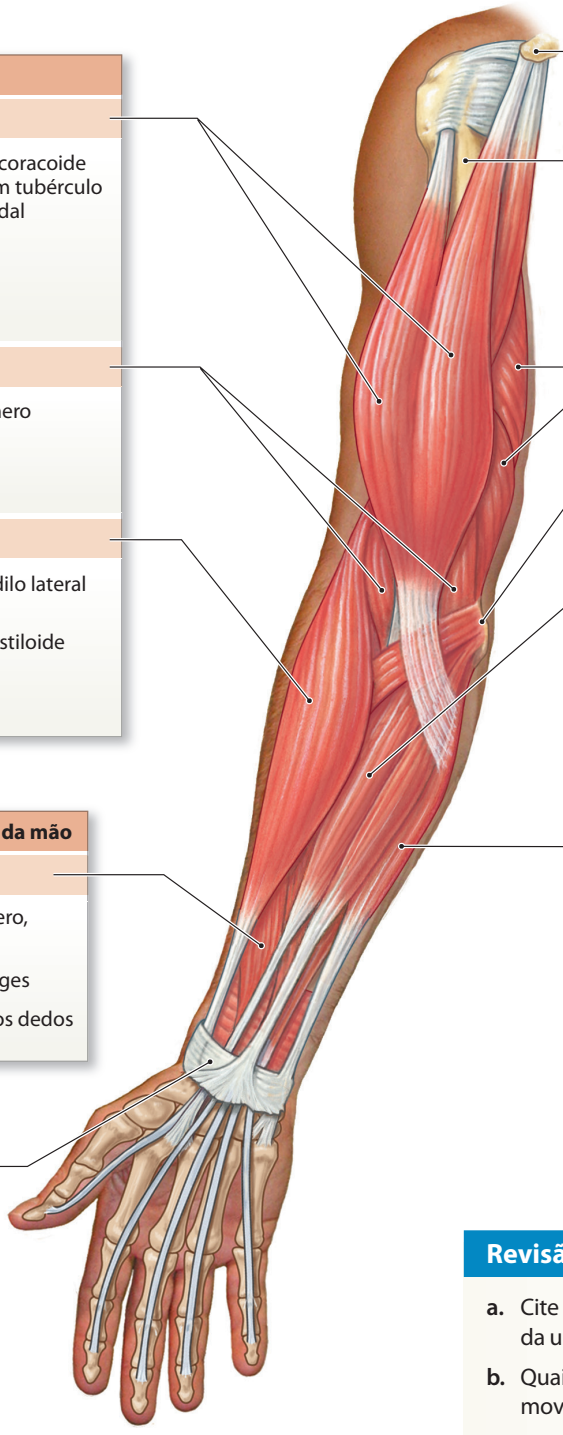
Ação: Extensão nas articulações dos dedos da mão e do carpo

O **retináculo do músculo extensor**, grande faixa de tecido conjuntivo, mantém os tendões dos músculos extensores em posição.

Alguns músculos que se originam nos ossos do antebraço e no carpo controlam movimentos complexos do polegar.

*Nota do RT: a seta superior, a primeira, indicando "extensor radial do carpo", indica, na realidade o músculo braquiorradial; e a seta inferior indica o músculo extensor radial longo do carpo.

2 Esta vista anterior mostra os músculos superficiais envolvidos na flexão no cotovelo e no carpo.



Flexores do cotovelo

Bíceps braquial

Origem: Uma cabeça do processo coracoide da escápula; a outra de um tubérculo acima da cavidade glenoidal

Inserção: Tuberosidade do rádio

Ação: Flexão no cotovelo e no ombro; supinação

Braquial

Origem: Face distal anterior do úmero

Inserção: Tuberosidade da ulna

Ação: Flexão no cotovelo

Braquiorradial

Origem: Crista superior ao epicôndilo lateral do úmero

Inserção: Face lateral do processo estiloide do rádio

Ação: Flexão no cotovelo

Extensores do cotovelo

Tríceps braquial

Flexores do carpo

Flexor radial do carpo

Origem: Epicôndilo medial do úmero

Inserção: Base do segundo e terceiro ossos metacarpais

Ação: Flexão e abdução do carpo

Flexor ulnar do carpo

Origem: Epicôndilo medial do úmero, olécrano da ulna

Inserção: Carpais mediais e osso quinto metacarpal

Ação: Flexão e adução do carpo

Músculos que flexionam os dedos da mão

Músculos flexores dos dedos

Origem: Epicôndilo medial do úmero, superfície da ulna

Inserção: Faces anteriores das falanges

Ação: Flexão nas articulações dos dedos da mão

O **retináculo dos músculos flexores**, uma faixa larga de tecido conjuntivo, estabiliza os tendões dos músculos flexores.

Revisão do Módulo 6.19

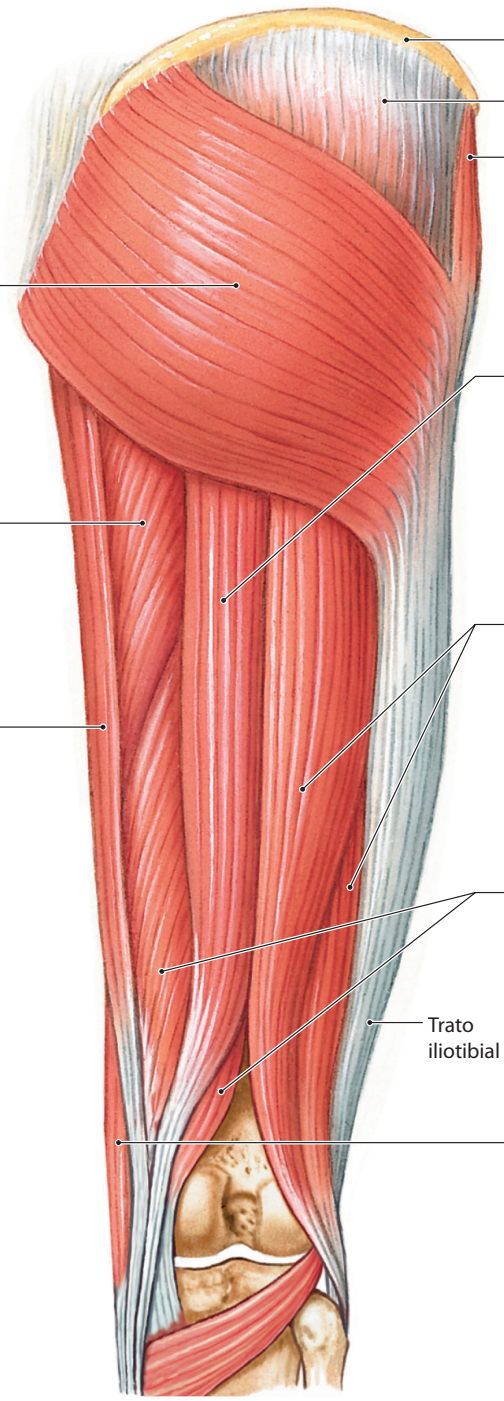
a. Cite o músculo que se insere no olécrano da ulna e defina sua ação.

b. Quais músculos estão envolvidos no movimento de flexão no cotovelo?

c. Uma lesão no músculo flexor ulnar do carpo prejudicaria quais outros dois movimentos?

Os músculos que movem a perna originam-se na pelve e no fêmur

1 Os **flexores do joelho** originam-se na cintura pélvica e seguem pelas superfícies posterior e medial da coxa. O bíceps femoral, o semitendíneo e o semimembranáceo, na parte posterior da coxa, são comumente chamados de **músculos isquiotibiais**. O estiramento em qualquer um desses músculos é chamado de distensão dos músculos isquiotibiais.



Grupo adutor

Músculos adutores

Origem: Ramo inferior do púbis

Inserção: Linha áspera do fêmur

Ação: Adução e flexão do quadril

Grácil

Origem: Ramo inferior do púbis

Inserção: Face medial da tíbia, inferiormente ao côndilo medial

Ação: Flexão no joelho; adução e rotação medial no quadril

Flexores do joelho

Semitendíneo (músculo isquiotibial)

Origem: Tuberosidade isquiática

Inserção: Face medial proximal da tíbia

Ação: Flexão no joelho; rotação medial e extensão no quadril

Bíceps femoral (músculo isquiotibial)

Origem: Tuberosidade isquiática e linha áspera do fêmur

Inserção: Cabeça da fíbula, epicôndilo lateral da tíbia

Ação: Flexão no joelho; rotação lateral e extensão no quadril

Semimembranáceo (músculo isquiotibial)

Origem: Tuberosidade isquiática

Inserção: Face posterior do epicôndilo medial da tíbia

Ação: Flexão no joelho; rotação medial e extensão no quadril

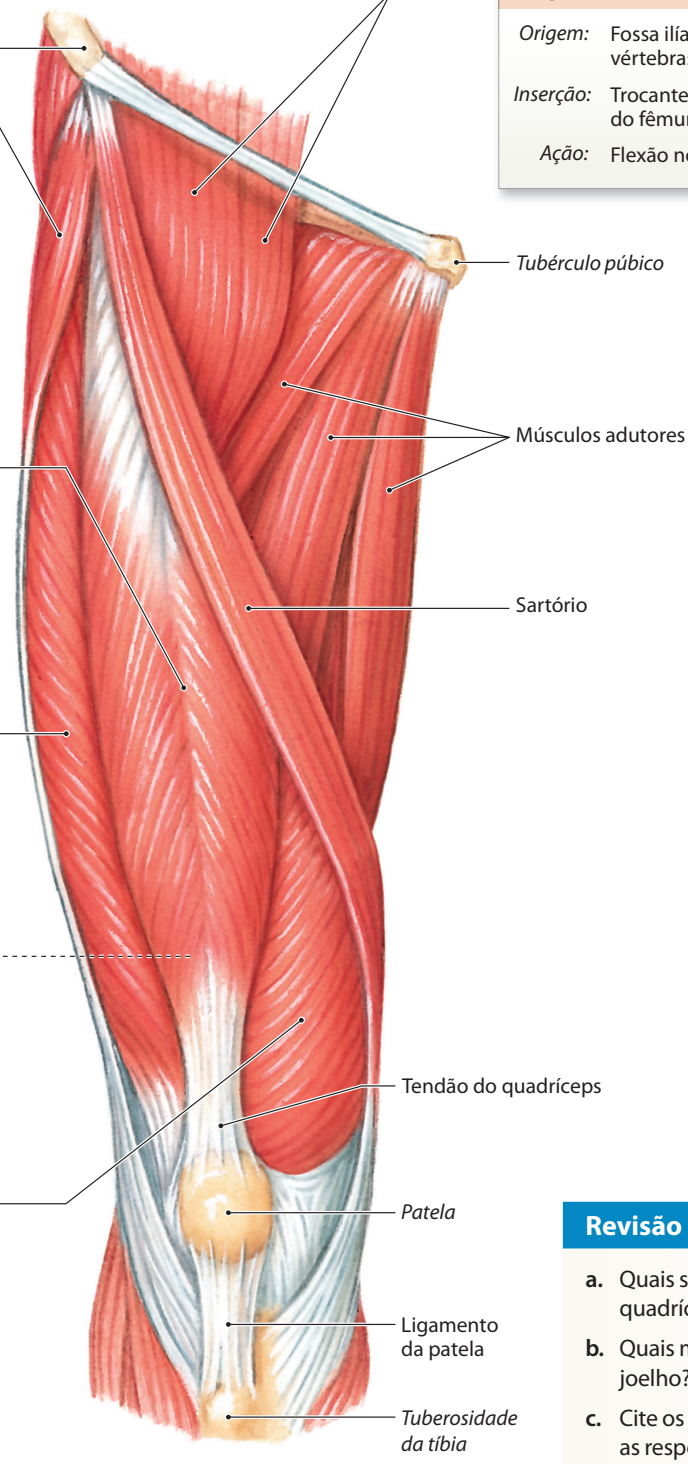
Sartório

Origem: Espinha ilíaca anterossuperior

Inserção: Face medial da tíbia

Ação: Flexão no joelho; flexão e rotação lateral no quadril

2 A maioria dos **extensores do joelho** origina-se na superfície do fêmur e segue pelas superfícies anterior e lateral da coxa. Coletivamente, os extensores do joelho são chamados de **músculos do quadríceps**.



Tensor da fáscia lata

Origem: Crista ilíaca e espinha ilíaca anterossuperior

Inserção: Trato iliotibial

Ação: Flexão e rotação medial do quadril

Iliopsoas

Origem: Fossa ilíaca e vértebras TXII a LV

Inserção: Trocanter menor do fêmur

Ação: Flexão no quadril

Extensores do joelho (músculos do quadríceps)

Reto femoral

Origem: Espinha ilíaca anteroinferior e lábio do acetábulo

Inserção: Tuberosidade da tíbia via ligamento da patela

Ação: Extensão no joelho; flexão no quadril

Vasto lateral

Origem: Trocanter maior do fêmur; linha áspera

Inserção: Tuberosidade da tíbia via ligamento da patela

Ação: Extensão no joelho

Vasto intermédio (localiza-se profundamente ao reto femoral e ao vasto lateral)

Origem: Superfície do fêmur e linha áspera

Inserção: Tuberosidade da tíbia via ligamento da patela

Ação: Extensão no joelho

Vasto medial

Origem: Toda a extensão da linha áspera do fêmur

Inserção: Tuberosidade da tíbia via ligamento da patela

Ação: Extensão no joelho

Revisão do Módulo 6.20

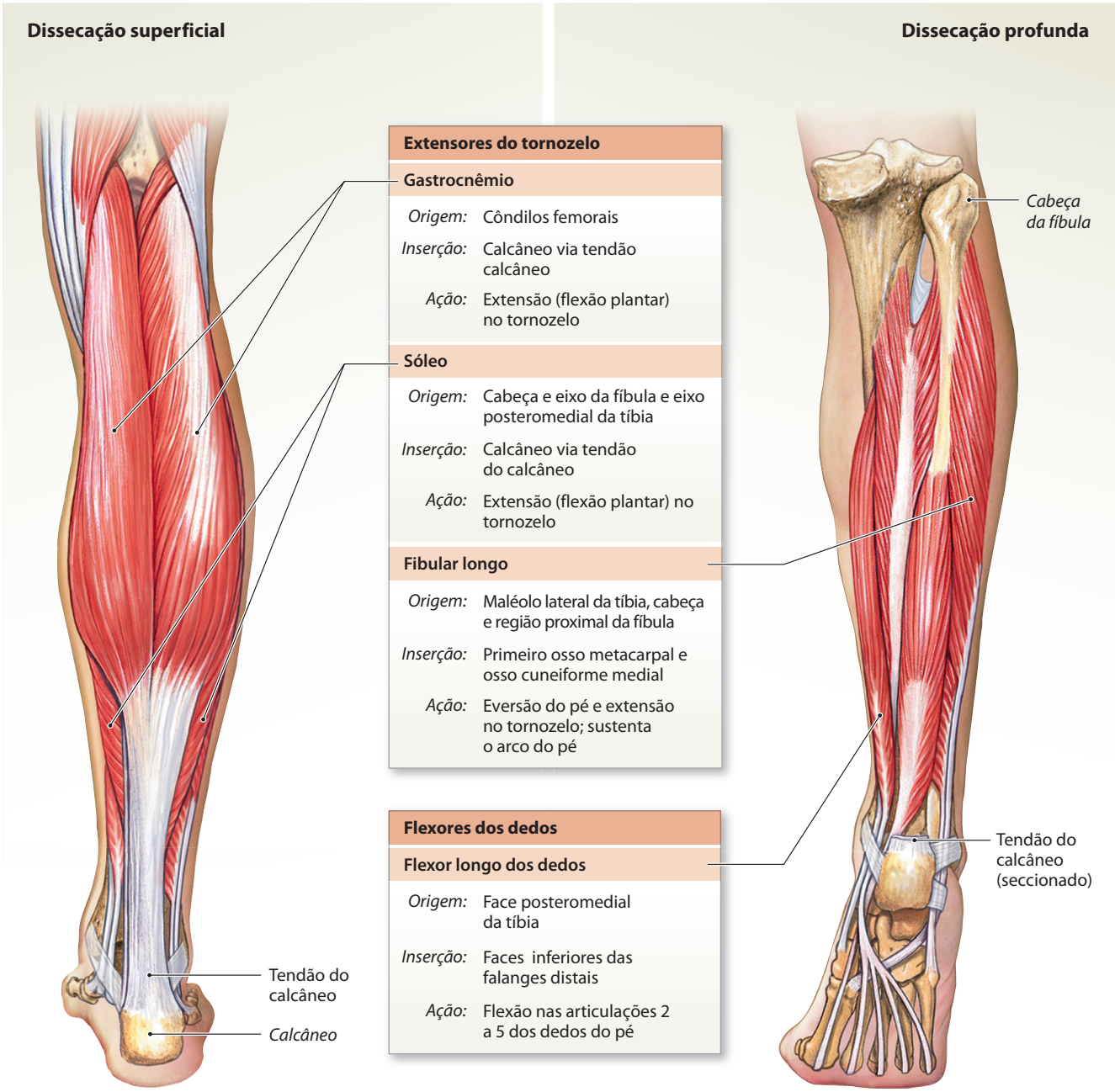
a. Quais são os músculos do quadríceps?

b. Quais músculos flexionam o joelho?

c. Cite os músculos e as respectivas ações geralmente utilizados ao sentar-se em uma cadeira.

Os principais músculos que movem o pé e os dedos do pé originam-se na tíbia e na fíbula

1 Estas duas vistas posteriores mostram as camadas musculares superficiais e profundas da perna direita.



Extensores do tornozelo

Gastrocnêmio

Origem: Côndilos femorais

Inserção: Calcâneo via tendão calcâneo

Ação: Extensão (flexão plantar) no tornozelo

Sóleo

Origem: Cabeça e eixo da fíbula e eixo posteromedial da tíbia

Inserção: Calcâneo via tendão do calcâneo

Ação: Extensão (flexão plantar) no tornozelo

Fibular longo

Origem: Maléolo lateral da tíbia, cabeça e região proximal da fíbula

Inserção: Primeiro osso metacarpal e osso cuneiforme medial

Ação: Eversão do pé e extensão no tornozelo; sustenta o arco do pé

Flexores dos dedos

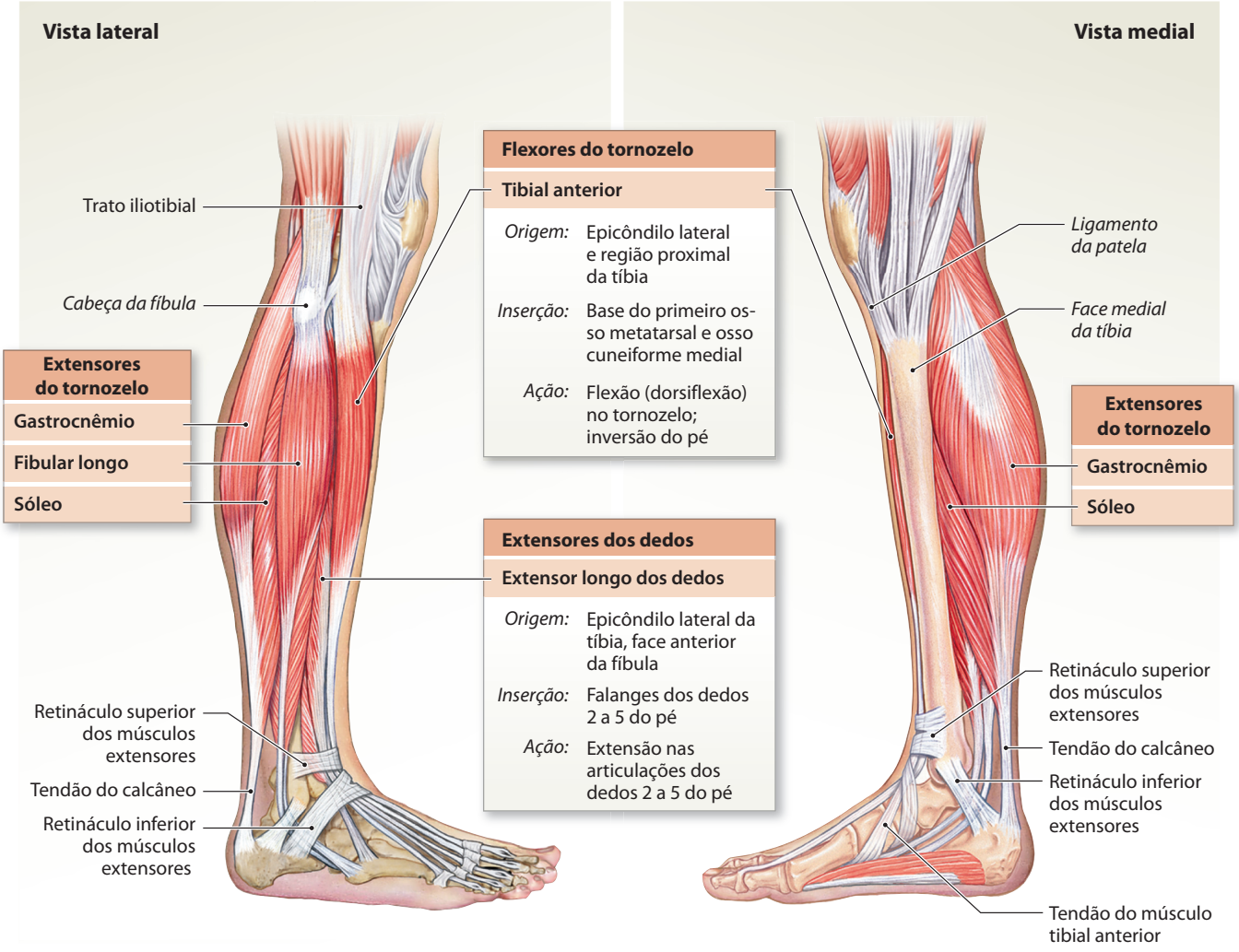
Flexor longo dos dedos

Origem: Face posteromedial da tíbia

Inserção: Faces inferiores das falanges distais

Ação: Flexão nas articulações 2 a 5 dos dedos do pé

2 Estas vistas lateral e medial mostram a disposição dos principais músculos superficiais.



Os maiores músculos associados ao movimento do tornozelo são os músculos **gastrocnêmio** e **sóleo**, responsáveis pela extensão (flexão plantar no tornozelo) – um movimento essencial para caminhada e corrida. Os músculos que movem os dedos do pé são muito menores, e originam-se na superfície da tíbia, da fíbula, ou em ambas. Bainhas tendíneas largas circundam os tendões na região onde cruzam a articulação do tornozelo. Os **retináculos dos músculos extensores (superior e inferior)**, resistentes bandas de sustentação compostas por fibras de colágeno, estabilizam as posições desses tendões.

Revisão do Módulo 6.21

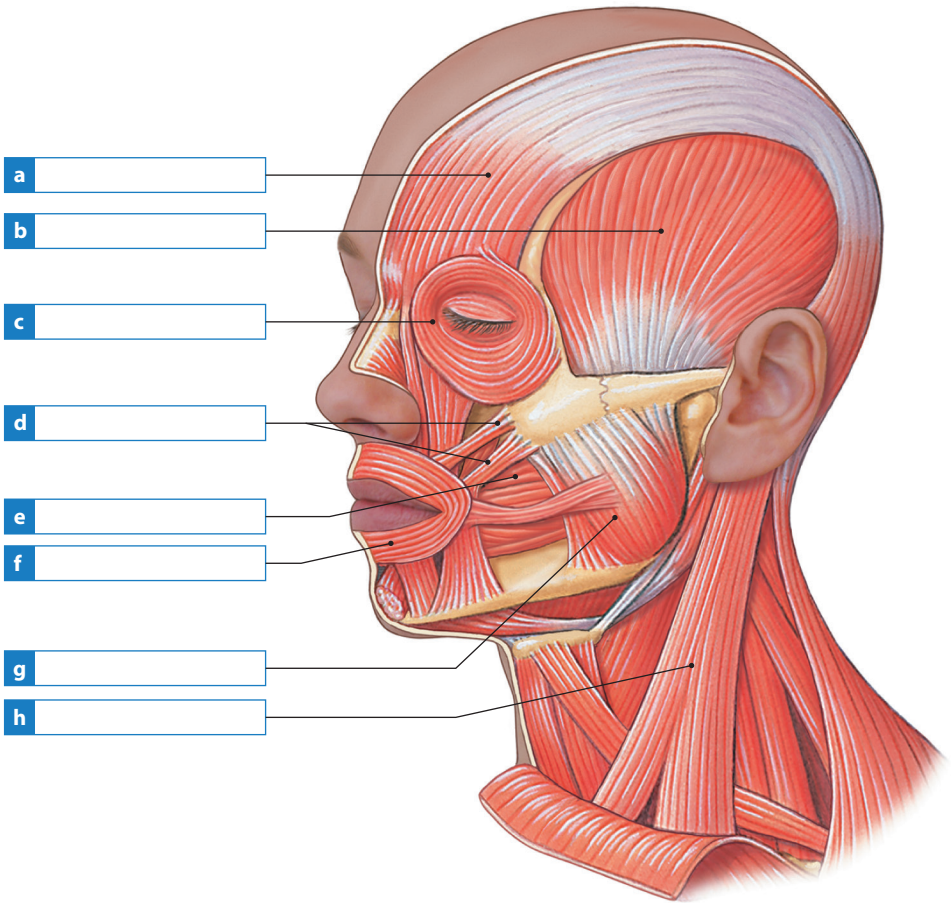
a. Cite os músculos que produzem a flexão plantar.

b. Ao dirigir, você deve pisar no freio para reduzir a aceleração do carro. Cite os músculos envolvidos nesse movimento e suas respectivas ações.

c. De que modo o rompimento do tendão do calcâneo afetaria o movimento do pé?

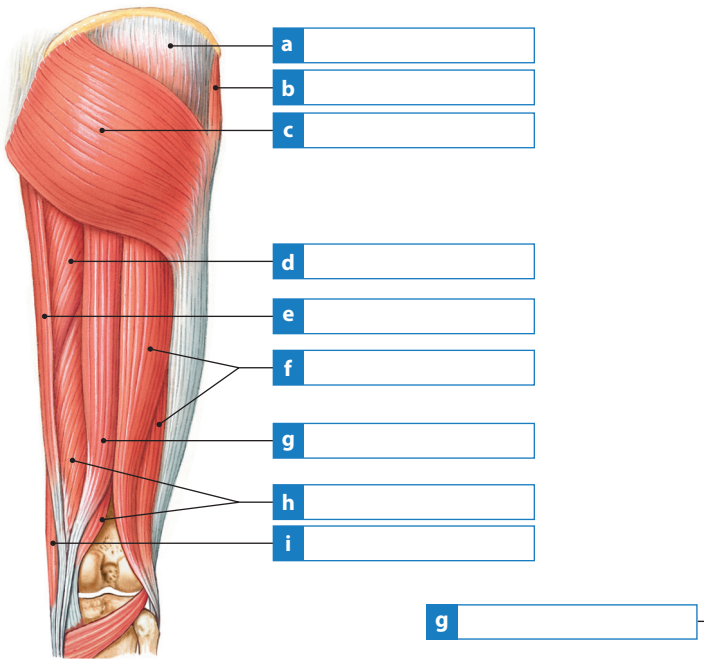
1. Criando legendas

Identifique o nome de cada um dos músculos da face e do pescoço.



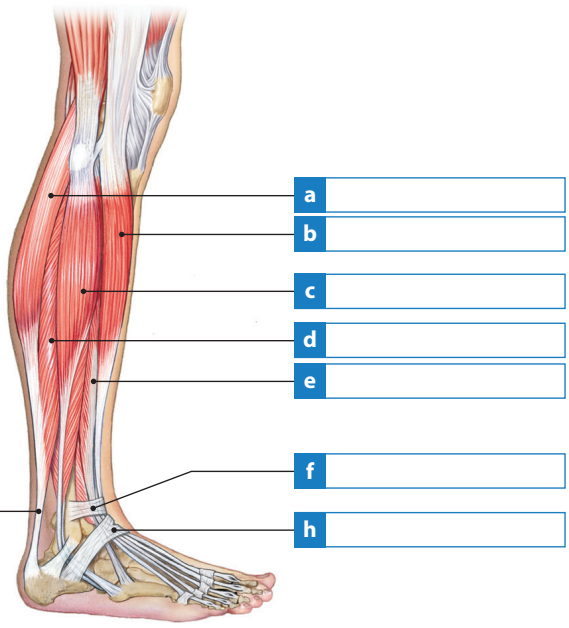
2. Criando legendas

Identifique o nome de cada um dos músculos que movimentam a coxa e a perna.



3. Criando legendas

Identifique o nome de cada um dos músculos que movimentam o pé e os dedos do pé.

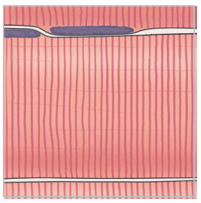


Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

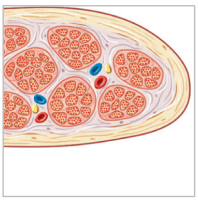
Anatomia funcional do tecido muscular esquelético



- músculos esqueléticos
- tecido muscular esquelético
- tecido muscular cardíaco
- tecido muscular liso

6.1

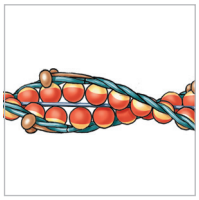
O músculo esquelético contém tecido muscular esquelético, tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos e nervos



- epimísio
- músculo esquelético
- perimísio
- fascículo muscular
- endomísio
- fibras musculares
- tendão
- aponeurose
- sarcolema
- sarcoplasma
- miofibrila
- miofilamentos
- filamentos finos
- filamentos grossos
- retículo sarcoplasmático

6.2

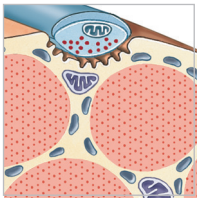
As fibras musculares esqueléticas possuem miofibrilas contráteis que contêm de centenas a milhares de sarcômeros



- fibra muscular esquelética
- sarcômeros
- banda H
- linha M
- zona de sobreposição
- banda A
- banda I
- linhas Z
- actina
- tropomiosina
- troponina
- filamentos grossos
- moléculas de miosina
- cauda
- cabeça
- potencial de membrana
- túbulos transversos (túbulos T)
- retículo sarcoplasmático (RS)

6.3

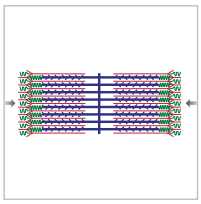
A fibra muscular esquelética se contrai quando estimulada por um neurônio motor



- junção neuromuscular (JNM)
- terminal axônico
- placa motora
- fenda sináptica
- acetilcolina (ACh)
- acetilcolinesterase (AChE)
- potencial de ação

6.4

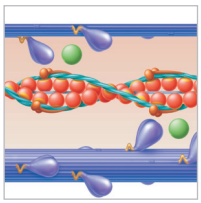
A teoria dos filamentos deslizantes explica as mudanças físicas que ocorrem durante uma contração



- teoria dos filamentos deslizantes
- sarcômero
- miofibrila em repouso
- miofibrila contraída

6.5

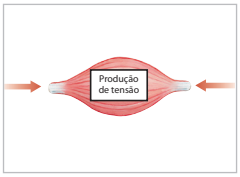
A contração de uma fibra muscular utiliza ATP em um ciclo que se repete enquanto durar a contração



- ciclo de contração
- exposição dos sítios ativos
- formação de pontes cruzadas
- rotação da cabeça de miosina
- separação das pontes cruzadas
- reativação da miosina

SEÇÃO 2

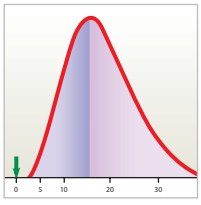
Propriedades funcionais do tecido muscular esquelético



- controle neural
- interação entre excitação e contração
- tensão

6.6

A contração sobe para níveis máximos, à medida que a estimulação do músculo aumenta



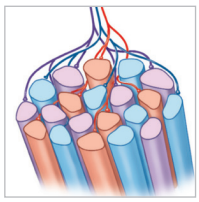
- contração
- período latente
- fase de contração
- fase de relaxamento
- somatório de ondas
- tetania incompleta
- tetania completa

• = *Termos em negrito neste módulo.*

6.7

O músculo esquelético controla a tensão muscular pelo número de unidades motoras estimuladas

- unidade motora
- recrutamento
- tônus muscular



SEÇÃO 3

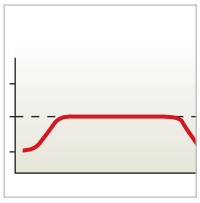
Organização funcional do sistema muscular

- sistema muscular
- músculos axiais
- músculos apendiculares

6.8

As contrações musculares podem ser isotônicas ou isométricas

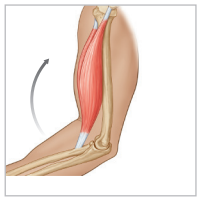
- contração isotônica
- contração isométrica



6.11

Os nomes dos músculos fornecem informações sobre sua aparência e/ou função

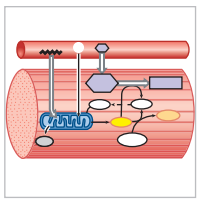
- origem
- inserção
- ação
- agonista
- sinergista
- antagonista



6.9

A contração muscular requer uma grande quantidade de ATP que pode ser produzida em condições aeróbicas ou anaeróbicas

- fosfocreatinina (PCr)
- ácido pirúvico (ou piruvato)
- ácido lático
- lactato
- ciclo de Cori (via glicose-lactato-glicose)
- débito de oxigênio



6.12

Termos descritivos gerais são utilizados para nomear os movimentos em relação à posição anatômica

- flexão
- extensão
- hiperextensão
- flexão lateral
- dorsiflexão
- flexão plantar
- abdução
- adução
- circundução

6.10

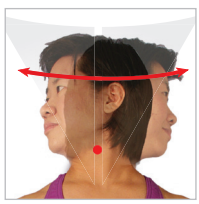
Muitos fatores podem resultar em hipertrofia muscular, atrofia ou paralisia

- hipertrofia
- atrofia
- poliomielite
- paralisia
- tétano
- botulismo
- *miastenia gravis*
- *rigor mortis* (rigidez cadavérica)

6.13

Termos de aplicação menos frequentes descrevem movimentos de rotação e movimentos especiais

- rotação à esquerda
- rotação à direita
- rotação medial
- rotação lateral
- pronação
- supinação
- oposição
- protração
- retração
- inversão
- eversão
- abaixamento ou depressão
- levantamento ou elevação



• = *Termos em negrito neste módulo.*

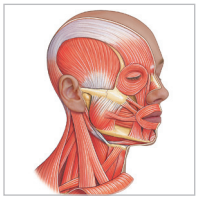
6.14

Conforme suas origens e funções, os músculos esqueléticos são agrupados na divisão axial ou na divisão apendicular

- músculos axiais
- músculos apendicular

6.15

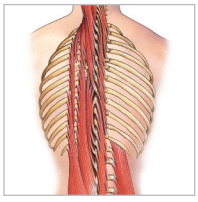
Os músculos da cabeça e do pescoço são importantes no processo da mastigação e úteis à comunicação



- músculos da face
  - frontal
  - orbicular do olho
  - zigomático
  - temporal
  - platisma
- masseter
- bucinador
- orbicular da boca
- occipitofrontal, ventre occipital
- esternocleidomastóideo

6.16

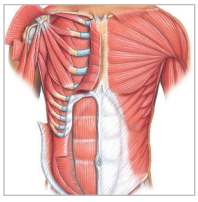
Os músculos da coluna vertebral sustentam e alinham o esqueleto axial



- músculos da coluna vertebral
  - extensores da coluna vertebral
    - esplênio da cabeça
    - músculos eretores da espinha
- espinal
- longuíssimo
- iliocostal
- quadrado do lombo

6.17

Os músculos oblíquos e retos formam a parede muscular do tronco

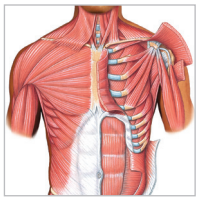


- grupo oblíquo
  - região torácica
- intercostais externos
- intercostais internos
- região abdominal
  - oblíquo externo
  - oblíquo interno
  - transverso do abdome
  - reto do abdome
  - linha alba

• = *Termos em negrito neste módulo.*

6.18

Os grandes músculos axiais e apendiculares originam-se no tronco



- músculos apendiculares
  - deltoide
  - peitoral maior
  - latíssimo do dorso
  - serrátil anterior
  - trapézio
  - peitoral menor
  - coracobraquial
  - ligamento nucal
  - glúteo médio
  - glúteo máximo
  - levantador da escápula
  - músculos romboides

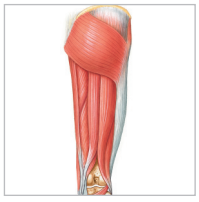
6.19

Os músculos proximais são maiores, mais fortes, em menor quantidade e menos precisos em suas ações do que os músculos distais dos membros

- extensores
  - tríceps braquial
  - músculos extensores dos dedos
  - extensor radial do carpo
  - extensor ulnar do carpo
  - retináculo do músculo extensor
- flexores
  - bíceps braquial
  - braquial
  - braquiorradial
  - músculos flexores dos dedos
  - retináculo dos músculos flexores
  - flexor radial do carpo
  - flexor ulnar do carpo

6.20

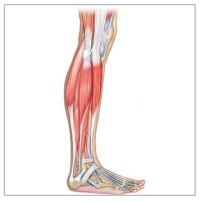
Os músculos que movem a perna originam-se na pelve e no fêmur



- flexores do joelho
  - músculos isquiotibiais
    - grupo adutor
      - músculos adutores
      - grácil
      - semitendíneo
      - bíceps femoral
      - semimembranáceo
      - sartório
- extensores do joelho
  - músculos do quadríceps
    - tensor da fáscia lata
    - reto femoral
    - vasto lateral
    - vasto intermédio
    - vasto medial
    - iliopsoas

6.21

Os principais músculos que movem o pé e os dedos do pé originam-se na tíbia e na fíbula



- extensores do tornozelo
  - gastrocnêmio
  - sóleo
  - fibular longo
    - flexores dos dedos
      - flexor longo dos dedos
- flexores do tornozelo
  - tibial anterior
    - extensores dos dedos
      - extensor longo dos dedos
      - retináculo superior
      - retináculo inferior

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Personal trainer

A PROFISSÃO

O personal trainer é um educador físico especializado em ministrar e supervisionar treinamentos individualizados ou em grupos reduzidos de alunos.

O que define a maneira como o treinamento será feito são as necessidades e os objetivos de cada aluno, podendo se tornar um elemento auxiliar na reabilitação de alguma condição física, tratada em conjunto com médicos e fisioterapeutas. As modalidades de atividade física podem incluir ginástica, corrida, natação e/ou musculação, entre outras.

O conhecimento da anatomia e da fisiologia do corpo humano oferece a base teórica que permite ao profissional escolher as melhores atividades para atingir os objetivos do trabalho, evitando lesões decorrentes da prática de atividade física inadequada ou excessiva.

Saiba mais

Conselho Federal de Educação Física – www.confef.org.br

Sociedade Brasileira de Personal Trainers – www.alliancefitness.com.br/sbpt/novo/

Conselho Regional de Educação Física/SP – www.crefsp.org.br

Essa carreira é ideal para você? O personal trainer pode trabalhar em regime de contrato de trabalho ou como autônomo. Ao optar pela atividade autônoma deve-se ter em mente que a demanda por esses profissionais varia de acordo com a época do ano e geralmente diminui em época de férias escolares.

Formação Dependendo da universidade, a graduação em Educação Física pode durar entre quatro e cinco anos. Para mais detalhes sobre esse curso, consulte a sessão Caminhos Profissionais – Educação Física.

Remuneração média O piso salarial é negociado pelos sindicatos regionais e pode variar de acordo com a função exercida. Os valores vigentes na cidade de São Paulo em 2014 iam de R$ 1.766,60 (instrutor em clubes e academias) a R$ 2.125,20 (coordenador técnico). Nessa profissão é comum estipular um valor para a hora/aula, que, segundo levantamento realizado em 2013 pela Sociedade Brasileira de Personal Trainers, variava entre R$ 20,00 e R$ 120,00.

Perspectivas profissionais A remuneração no trabalho como autônomo depende, entre outros fatores, do empenho profissional e da qualidade do serviço prestado. Principalmente nas grandes metrópoles, o mercado exige diferenciais. Certas redes de academias permitem que seus alunos sejam acompanhados por personal trainers contratados em particular. O Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena Empresa (Sebrae) pode ser consultado caso se deseje abrir uma microempresa.

Fontes consultadas

A USP e as profissões. Disponível em: <http://prceu.usp.br/uspprofissoes>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Guia de profissões. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/guia-de-profissoes/educacao-fisica/4edd2aa2fb3b72f057000013.html>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Matriz curricular do curso de Educação Física da PUC-Campinas. Disponível em: < https://www.puc-campinas.edu.br/graduacao/cursos/educacao-fisica/matriz-curricular/ >. Acesso em: 24 mar. 2014.

Sindicato dos Profissionais de Educação Física do Estado de São Paulo. Site: <www.sinpefesp.net>. Acesso em: 24 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 6 – Questões de revisão

1. Descreva a sequência básica de eventos que ocorrem em uma junção neuromuscular.
2. Quais são os dois mecanismos utilizados para gerar ATP a partir da glicose nas células musculares?
3. Muitos inseticidas potentes contêm toxinas denominadas organofosfatos, que interferem na ação da enzima acetilcolinesterase. Terry está usando um inseticida contendo organofosfatos e é muito descuidado. Ele não usa luvas nem máscara, então absorve parte da química através de sua pele, além de inalar uma grande quantidade do produto. Quais sinais você esperaria observar em Terry, como resultado do envenenamento por organofosfato?
4. O tempo de morte de uma vítima de assassinato é comumente estimado pela flexibilidade ou rigidez de seu corpo. Explique por que isso é possível.
5. Jared está interessado em fortalecer seus músculos da coxa, especificamente o grupo do quadríceps. Quais exercícios você recomendaria para ajudá-lo a alcançar seu objetivo?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

7

Sistema nervoso central

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Neurônios e neuróglia

7.1 Esboçar, rotular e descrever as estruturas de um neurônio típico, bem como classificar e descrever a base de sua estrutura e suas funções.

7.2 Identificar os tipos de neuróglia do sistema nervoso central e descrever suas localizações e funções.

7.3 Descrever a localização e as funções das células de Schwann e das células satélites do SNP, classificar e descrever as três classes funcionais de neurônios.

7.4 Descrever o potencial de membrana e resumir o seu papel na atividade neural.

7.5 Comparar a condução contínua e a condução saltatória, e discutir os fatores que afetam a velocidade de propagação do potencial de ação.

7.6 Descrever a estrutura geral de uma sinapse e resumir os eventos que ocorrem quando um potencial de ação chega a um terminal axônico.

SEÇÃO 2 • Anatomia funcional do sistema nervoso central

7.7 Nomear e localizar as principais regiões do encéfalo e descrever suas funções.

7.8 Descrever as meninges, explicar como é formado o líquido cerebrospinal e como ele circula.

7.9 Nomear e localizar os principais pontos de referência superficiais do cérebro.

7.10 Localizar as áreas motora, sensitiva e de associação do córtex cerebral, e discutir as funções de cada uma.

7.11 Explicar as estruturas e funções do diencéfalo, do tronco encefálico e do cerebelo.

7.12 Descrever a formação reticular e explicar as funções do sistema de ativação reticular.

7.13 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever como as ondas cerebrais são monitoradas e explicar o significado normal e o clínico de várias ondas cerebrais vistas em um eletroencefalograma.

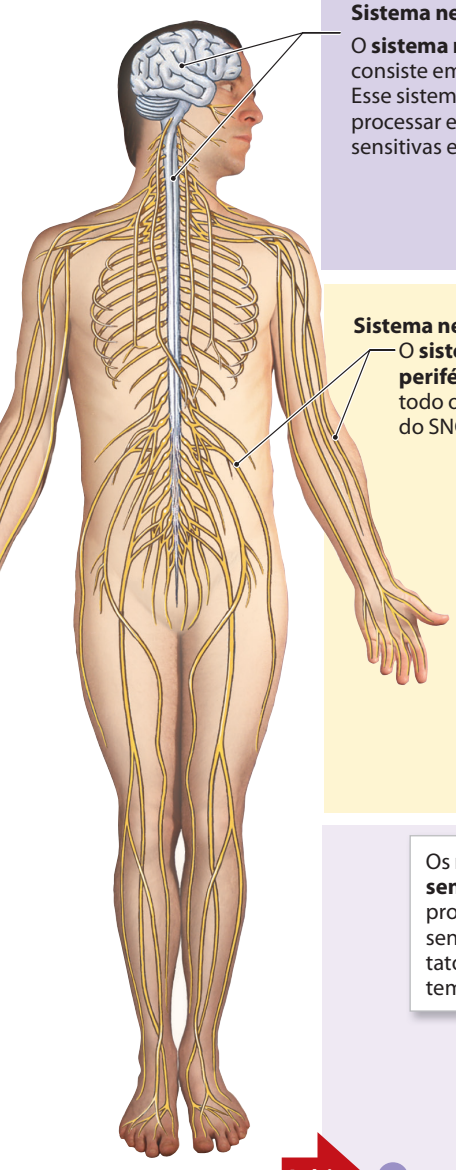
7.14 Discutir as características anatômicas da medula espinal.

7.15 Explicar as funções da substância cinzenta e da substância branca no processamento e na retransmissão da informação sensitiva e de comandos motores.

7.16 Descrever as meninges.

Neurônios e neuróglia

Neste capítulo, consideraremos a estrutura do tecido neural e serão introduzidos os princípios básicos de neurofisiologia. Nossa discussão sobre as funções neurais requer um entendimento básico da organização funcional do sistema nervoso. Este fluxograma indica os principais componentes e funções desse sistema.



Sistema nervoso central

O **sistema nervoso central (SNC)** consiste em encéfalo e medula espinal. Esse sistema é responsável por integrar, processar e coordenar informações sensitivas e comandos motores.

Sistema nervoso periférico

O **sistema nervoso periférico (SNP)** inclui todo o tecido neural fora do SNC.

Início

1 Os **receptores** são estruturas sensitivas que detectam mudanças no ambiente interno ou externo.

Os **receptores sensitivos somáticos** proporcionam sensações de posição, tato, pressão, dor e temperatura.

Os **receptores sensitivos especiais** proporcionam sensações de olfato, gustação, visão, equilíbrio e audição.

Os **receptores sensitivos viscerais** monitoram os órgãos internos.

2 A **divisão sensitiva (aferente)** do SNP leva ao SNC a informação recebida por receptores nos tecidos e órgãos periféricos.

3 **Processamento de informação** inclui a integração e a distribuição de informação no SNC.

4 A **divisão motora (eferente)** do SNP carrega comandos motores do SNC para os tecidos e sistemas periféricos.

inclui

O **sistema nervoso somático (SNS)** controla as contrações musculares esqueléticas.

O **sistema nervoso autônomo (SNA)** proporciona regulação automática do músculo liso, do músculo cardíaco, das glândulas e do tecido adiposo.

Músculo esquelético

- Músculo liso
- Músculo cardíaco
- Glândulas
- Tecido adiposo

5 **Efetores** são órgãos-alvo, cujas atividades mudam em resposta aos comandos neurais.

Os neurônios são células nervosas especializadas na comunicação intercelular

Neste módulo, examinaremos as características estruturais dos neurônios, que são compostos por três regiões gerais: dendritos, que recebem estímulos do meio ambiente ou de outros neurônios; corpo celular, que contém o núcleo e outras organelas; e axônio, que carrega a informação para outras células.

Dendritos

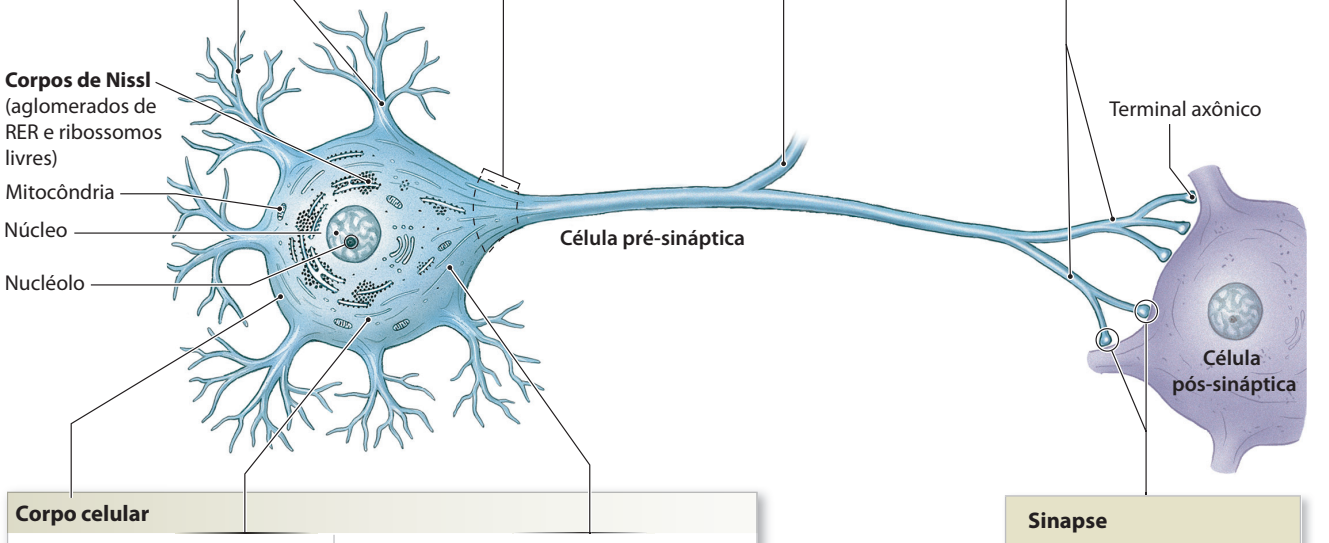
Os dendritos típicos são altamente ramificados, e cada ramo origina processos finos com 0,5 a 1 µm de comprimento. Os neurônios do SNC recebem a maior parte de sua informação nos dendritos.

Axônio

O **cone de implantação** é a origem do axônio do corpo da célula nervosa.

Os axônios podem produzir ramos conhecidos como **colaterais**, que permitem a um único neurônio se comunicar com várias outras células.

O tronco principal do axônio termina em uma série de extensões finas. Na extremidade de cada extensão existe um **terminal axônico**.



Corpo celular

O citoplasma ao redor do núcleo contém organelas que fornecem energia e sintetizam os neurotransmissores químicos que são importantes na comunicação entre as células.

O citoesqueleto do corpo celular contém **filamentos** semelhantes aos filamentos intermediários de outras células. Feixes desses filamentos estendem-se para dentro dos dendritos e axônios, fornecendo suporte interno para esses processos delgados.

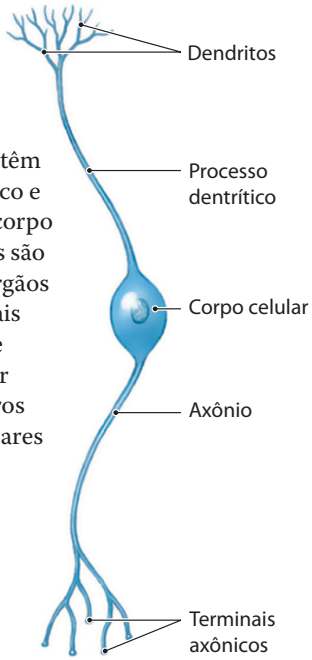
Sinapse

A **sinapse** é uma área especializada na qual o neurônio se comunica com outra célula. Toda sinapse envolve uma célula **pré-sináptica** e uma célula **pós-sináptica**.

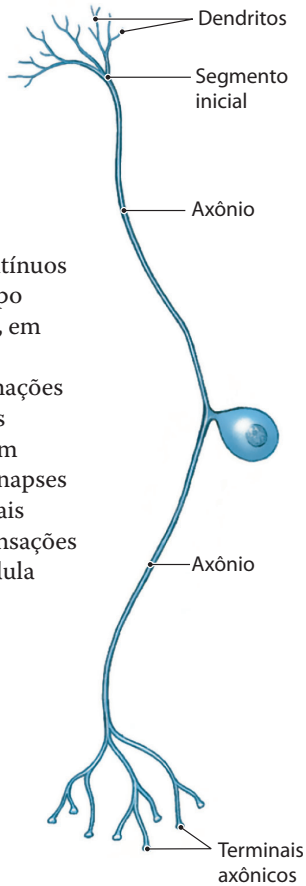
1 Este é o esquema representativo de um neurônio. O corpo celular contém a maioria das organelas do neurônio. O axônio é um processo citoplasmático longo, que se estende para além do corpo da célula. Muitos materiais, incluindo enzimas e lisossomos, percorrem o comprimento do axônio em ambas as direções ao longo dos **neurotúbulos** (microtúbulos de neurônios). Se detritos ou substâncias químicas incomuns aparecem no terminal axônico, esse mecanismo de transporte logo os transporta para o corpo celular.

Variações estruturais entre os neurônios

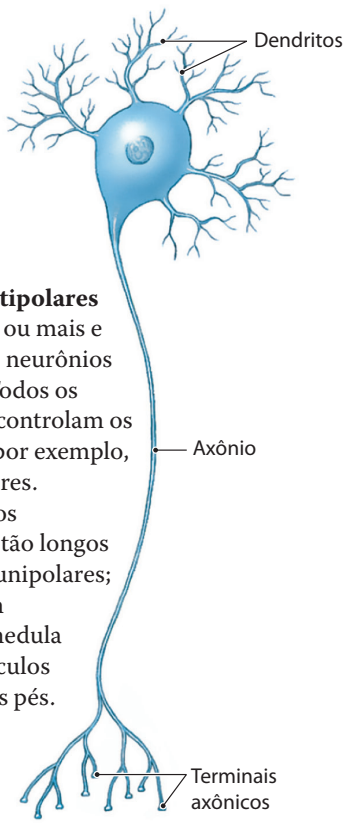
Existem três classes anatômicas principais de neurônios.



2 Os **neurônios bipolares** têm dois processos – dendrítico e um axônico – separados pelo corpo celular. Os neurônios bipolares são incomuns, mas ocorrem em órgãos especiais dos sentidos, nos quais transmitem informações sobre visão, olfato ou audição a partir de células receptoras para outros neurônios. Os neurônios bipolares são pequenos; o maior mede menos de 30 µm, de ponta a ponta.



3 Em **neurônio unipolar**, os dendritos e o axônio são contínuos – basicamente fundidos – e o corpo celular localiza-se do lado de fora, em uma das laterais. A maioria dos neurônios que transmitem informações sensitivas ao SNC é unipolar. Seus axônios podem estender-se por um metro ou mais, terminando em sinapses no sistema nervoso central. Os mais longos são os que transportam sensações das pontas dos dedos do pé à medula espinal.



4 Os **neurônios multipolares** têm dois dendritos ou mais e um único axônio. São os neurônios mais comuns no SNC. Todos os neurônios motores que controlam os músculos esqueléticos, por exemplo, são neurônios multipolares. Os axônios dos neurônios multipolares podem ser tão longos como os dos neurônios unipolares; os mais longos carregam comandos motores da medula espinal a pequenos músculos que movem os dedos dos pés.

A maioria dos neurônios do SNC não possui centríolos e não pode se dividir. Como resultado, os neurônios perdidos por lesão ou doença raramente são substituídos. Embora as células-tronco neurais persistam no sistema nervoso de uma pessoa em fase adulta, essas células são geralmente inativas (exceto no epitélio responsável pelo sentido do olfato, na retina do olho e no hipocampo, que é a parte do cérebro envolvida no armazenamento de memórias).

Revisão do Módulo 7.1

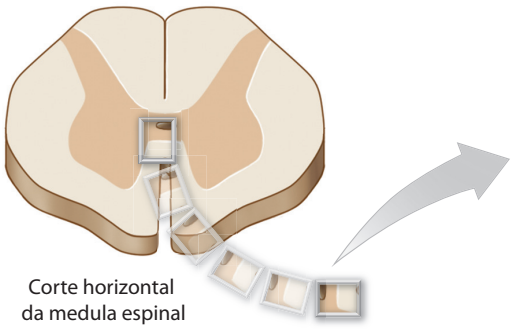
a. Quais são os componentes estruturais de um neurônio típico?

b. Classifique os neurônios de acordo com sua estrutura.

c. Por que um neurônio do SNC geralmente não é substituído depois de lesado?

Os oligodendrócitos, os astrócitos, as células ependimárias e a micróglia são neuróglias do SNC

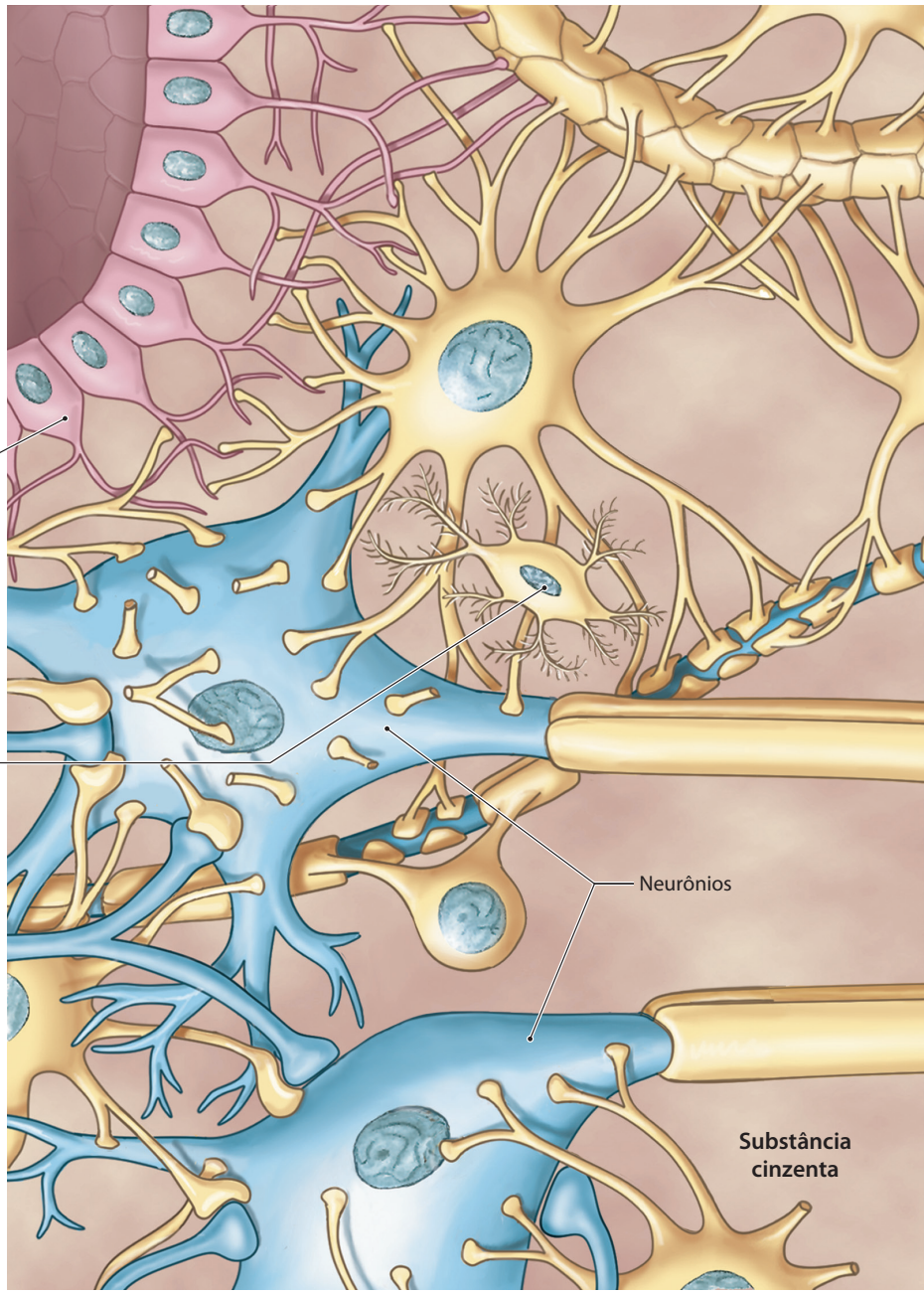
A **neuróglia** (ou **células gliais**) – que sustenta e protege os neurônios no SNP e no SNC – é abundante e diversificada, representando aproximadamente metade do volume do sistema nervoso. O tecido neural do SNC é organizado de forma distinta do SNP, principalmente porque o SNC tem uma maior variedade de células gliais. Esta ilustração resume as informações sobre a neuróglia no sistema nervoso central.



Corte horizontal da medula espinal

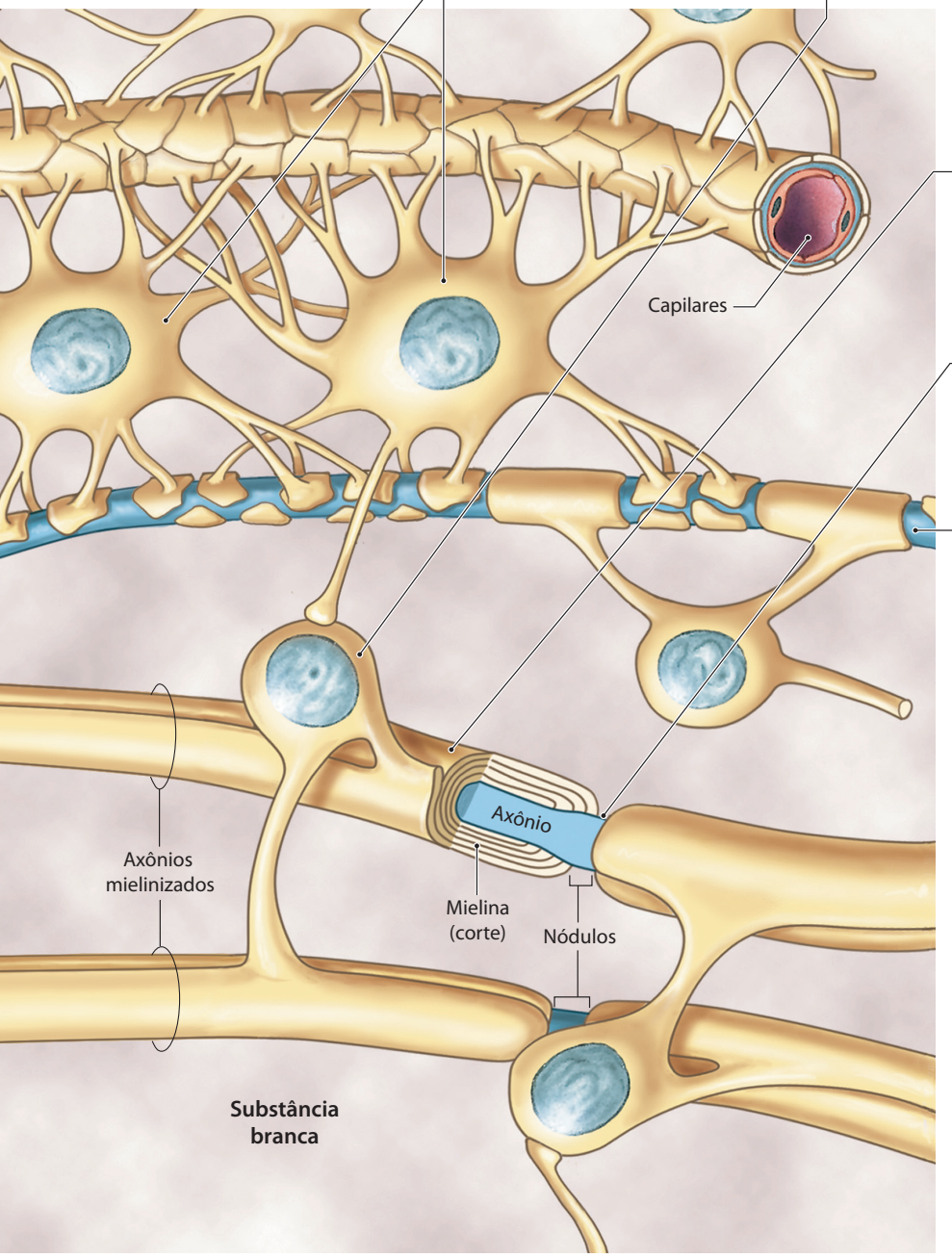
As **células ependimárias** formam um epitélio conhecido como **epêndima**, que reveste uma passagem cheia de fluido no interior da medula espinal e do encéfalo. Essa passagem é preenchida pelo **líquido cerebrospinal (LCE)**, que também envolve o cérebro e a medula espinal. As células ependimárias ajudam a produzir, controlar e a circular o LCE; algumas células nos ventrículos do encéfalo podem ser ciliadas.

As células da **micróglia** estão embriologicamente relacionadas aos monócitos e aos macrófagos. Elas migram para dentro do SNC assim que este se forma e permanecem como células móveis, em constante movimento pelo tecido neural, removendo, por fagocitose, restos celulares, resíduos de produtos e patógenos.



Os **astrócitos** mantêm a **barreira hematoencefálica** que isola o SNC dos produtos químicos e hormônios em circulação no sangue. Também fornecem apoio estrutural dentro do tecido neural; regulam íons, nutrientes e concentrações de gases dissolvidos no fluido intersticial que circunda os neurônios; absorvem e reciclam neurotransmissores que não são decompostos ou reabsorvidos nas sinapses; e formam o tecido cicatricial após uma lesão no SNC.

Os **oligodendrócitos** (*oligo-*, poucos) proporcionam um arcabouço estrutural dentro do SNC, estabilizando as posições dos axônios. Também produzem **mielina**, envoltório membranoso rico em lipídios que reveste os axônios e acelera a transmissão dos impulsos nervosos. Quando um axônio é mielinizado, a ponta de um prolongamento do oligodendrócito se expande para formar um coxim membranoso enorme que contém muito pouco citoplasma. Essas "panquecas" achatadas envolvem os axônios, formando camadas concêntricas de membrana plasmática. Essas camadas constituem uma **bainha de mielina**.



Muitos oligodendrócitos formam a bainha de mielina ao longo do comprimento de um axônio. Diz-se, então, que tal axônio está **mielinizado**. Cada oligodendrócito mieliniza segmentos de vários axônios. As áreas dos axônios relativamente grandes que estão envoltas em mielina são chamadas de **segmento internodal** (*inter*, entre).

Os pequenos espaços, de alguns micrômetros, que separam os segmentos internodais adjacentes são chamados de **nódulos**. Na dissecação, os axônios mielinizados aparecem brilhantes e esbranquiçados, principalmente por causa dos lipídios dentro da mielina. Como resultado, as regiões dominadas por axônios mielinizados compõem a **substância branca** do SNC.

Nem todos os axônios no SNC são mielinizados. Os **axônios não mielinizados** podem não ser completamente cobertos pelos prolongamentos da neuróglia. Esses axônios são comuns onde axônios e colaterais relativamente curtos formam sinapses com corpos celulares de neurônios densamente envolvidos. As áreas contendo corpos celulares de neurônios, dendritos e axônios não mielinizados têm uma cor cinza-escura, e compõem a **substância cinzenta** do SNC.

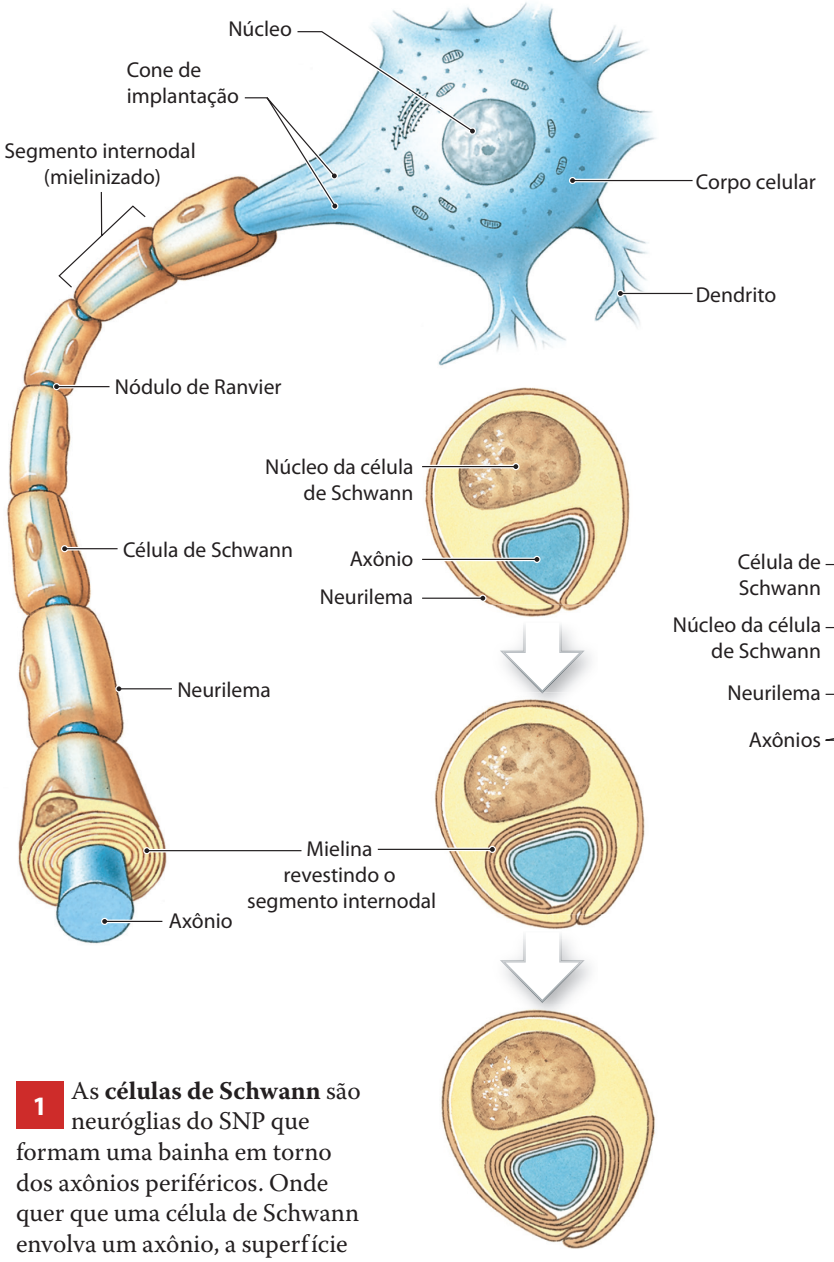
Revisão do Módulo 7.2

a. Identifique a neuróglia do sistema nervoso central.

b. Qual célula da glia protege o SNC dos produtos químicos e dos hormônios que circulam no sangue?

c. Que tipo de neuróglia estaria presente em maior número no tecido do cérebro de uma pessoa com uma infecção no SNC?

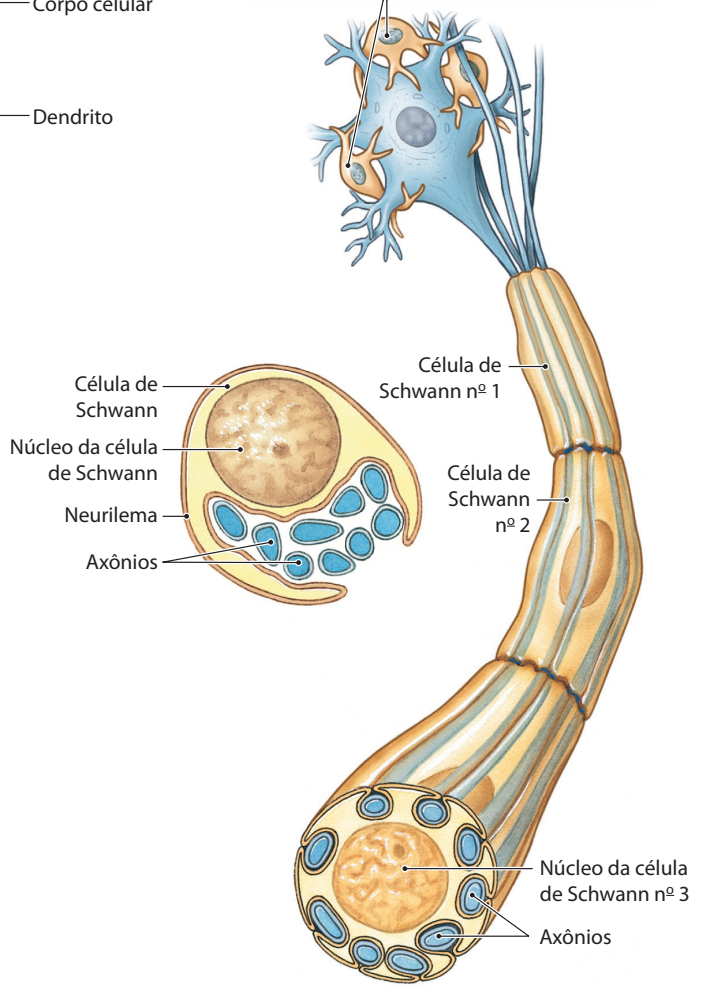
As células de Schwann e as células satélites protegem os axônios e os corpos celulares dos neurônios sensitivos e motores do SNP



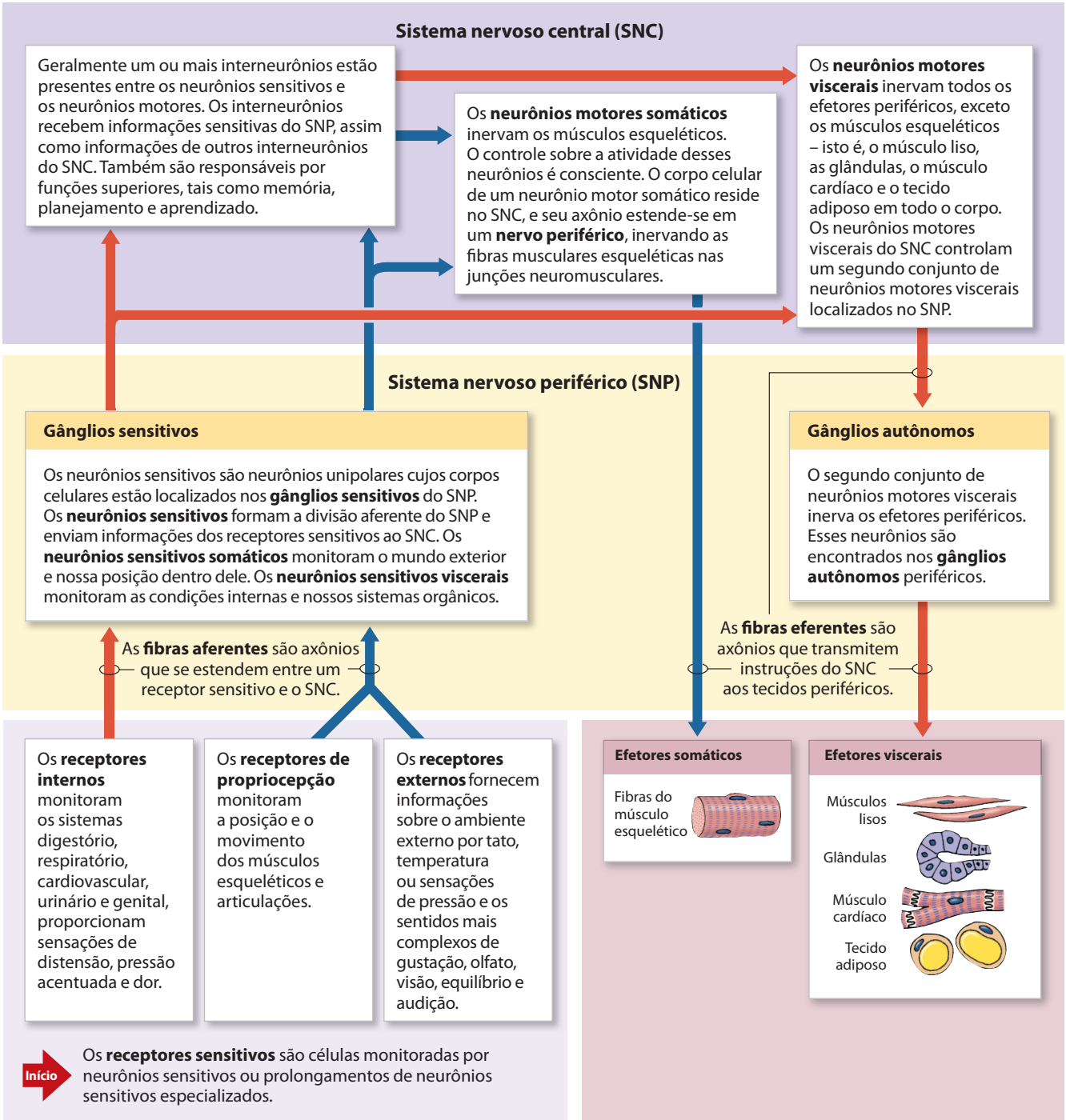
1 As **células de Schwann** são neuróglias do SNP que formam uma bainha em torno dos axônios periféricos. Onde quer que uma célula de Schwann envolva um axônio, a superfície exterior da célula de Schwann é chamada de **neurilema**. As células de Schwann protegem a maioria dos axônios do SNP (tanto os mielinizados como os amielínicos) do contato com fluidos intersticiais.

2 A ilustração mostra as etapas na mielinização de um axônio no SNP. Uma única célula de Schwann mieliniza um segmento internodal de um axônio.

As **células satélites** são neuróglias que circundam os corpos celulares dos neurônios no SNP. Juntos, eles formam aglomerados denominados **gânglios**. As células satélites regulam o ambiente em torno dos neurônios, da mesma forma que os astrócitos fazem no SNC.



3 Uma única célula de Schwann pode envolver segmentos de muitos axônios amielínicos. Isso estabiliza as posições desses axônios, isolando-os de produtos químicos do fluido intersticial circundante.



4 Este fluxograma simplificado indica a relação básica entre as três classes funcionais de neurônios: **neurônios sensitivos**, **interneurônios** e **neurônios motores**. O corpo humano tem cerca de 10 milhões de neurônios sensitivos, 20 bilhões de interneurônios e meio milhão de neurônios motores.

LEGENDA

= Somático (sensitivo e motor)

= Visceral (sensitivo e motor)

Revisão do Módulo 7.3

a. Compare as células de Schwann e as células satélites.

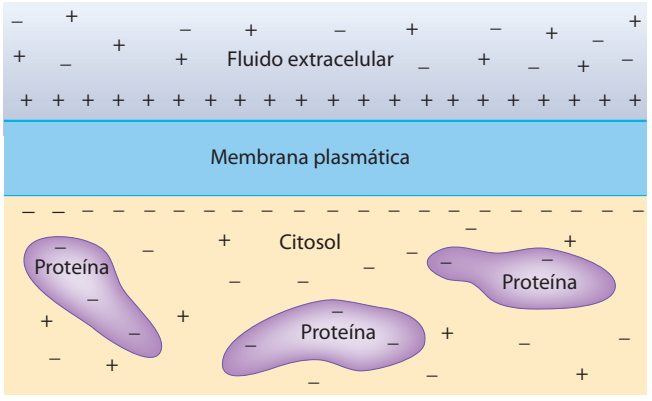
b. Descreva o neurilema.

c. Classifique os neurônios em três categorias, de acordo com a função de cada um deles.

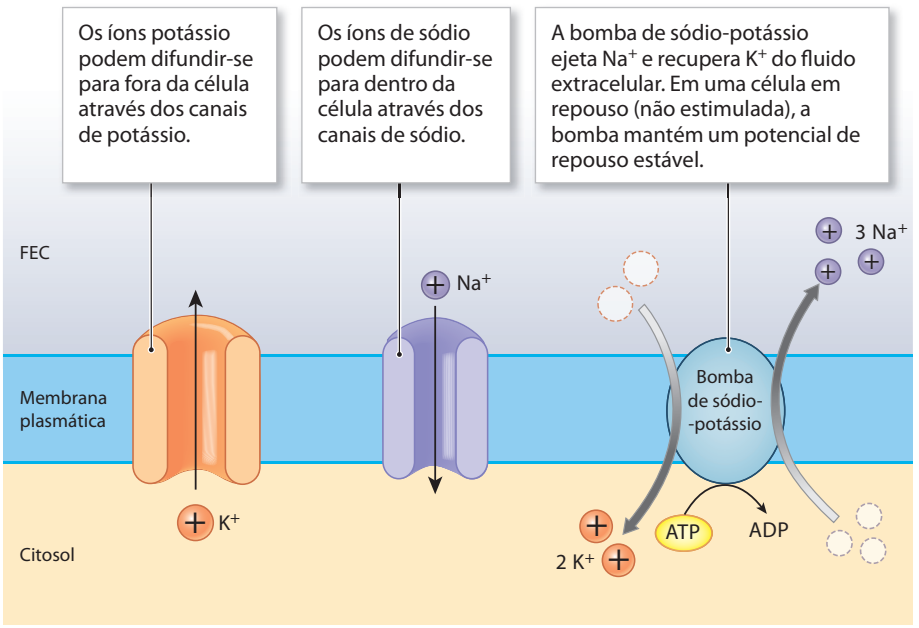
Toda comunicação e processamento no sistema nervoso dependem de mudanças no potencial de membrana de neurônios individuais

Todas as diversas funções do sistema nervoso dependem da comunicação intercelular. Cada neurônio se comunica com outro neurônio ou outros tipos de células. Mudanças na permeabilidade da membrana plasmática do neurônio determinam a natureza da comunicação.

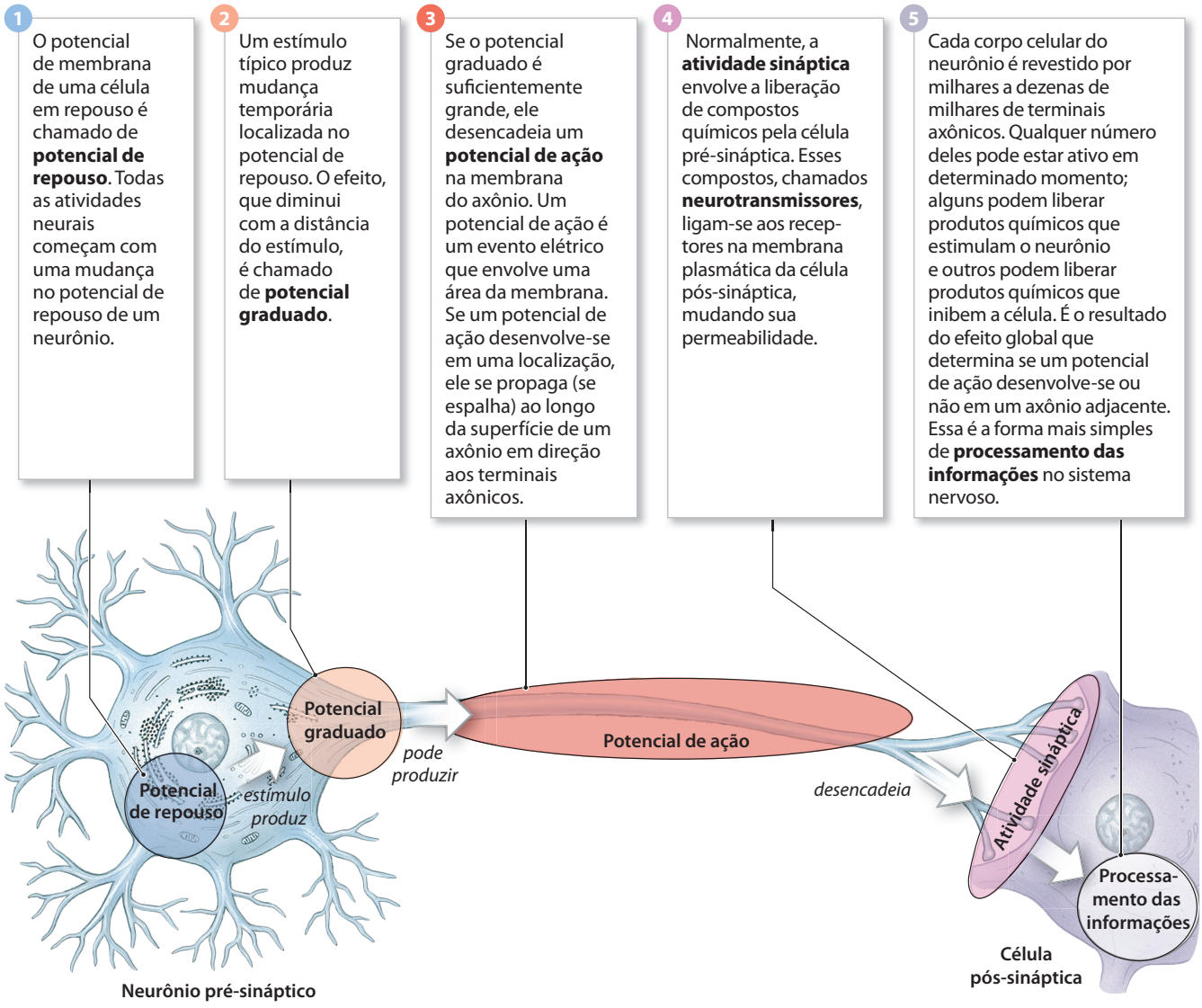
1 As membranas plasmáticas são seletivamente permeáveis e o fluido extracelular e o citosol diferem em sua composição. Em circunstâncias normais, o interior da membrana plasmática tem uma carga ligeiramente negativa em relação ao lado externo. Por quê? Porque existe um pequeno excesso de íons carregados positivamente fora da membrana plasmática e um ligeiro excesso de íons carregados negativamente e proteínas no interior da membrana plasmática. Essa distribuição desigual de cargas é chamada de **potencial de membrana** e é uma característica de todas as células vivas. É o resultado da diferença na permeabilidade da membrana a vários íons, bem como por mecanismos de transporte ativo.



2 O fluido extracelular (FEC) contém altas concentrações de íons de sódio (Na^+) e de íons cloreto (Cl^-), enquanto o citosol contém altas concentrações de íons potássio (K^+) e de proteínas com carga negativa (Pr^-). Os íons não podem atravessar livremente as porções de lipídios da membrana plasmática; só podem entrar ou sair da célula através de canais de membrana ou por mecanismos de transporte ativo. O potencial de membrana existe principalmente porque as membranas plasmáticas contêm grandes quantidades de canais de íons sódio e potássio que estão sempre abertos. Tamanho, forma e estrutura de um canal determinam quais íons podem passar por ele. A membrana também contém canais de íons sódio e potássio que ficam fechados na célula em repouso. Um conjunto de canais abre quando exposto a neurotransmissores específicos, enquanto outro conjunto de canais abre ou fecha em resposta a grandes alterações no potencial de membrana.



3 Esta figura resume o papel do potencial de membrana na atividade neural. As alterações no potencial de membrana têm muitas funções importantes. Por exemplo, podem desencadear contração muscular e secreção glandular, bem como transmitir informações no sistema nervoso.



Revisão do Módulo 7.4

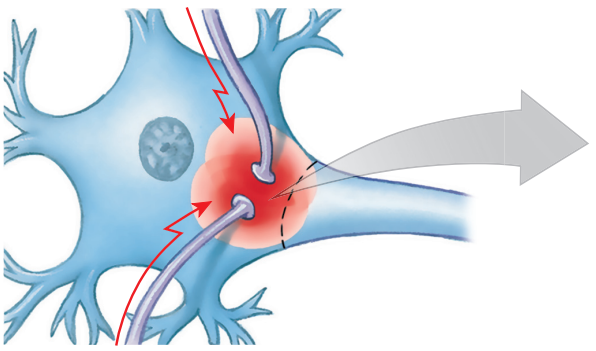
a. Defina potencial de membrana.

b. O que acontece na bomba de sódio-potássio?

c. Liste três funções corporais que resultam de alterações no potencial de membrana de uma célula.

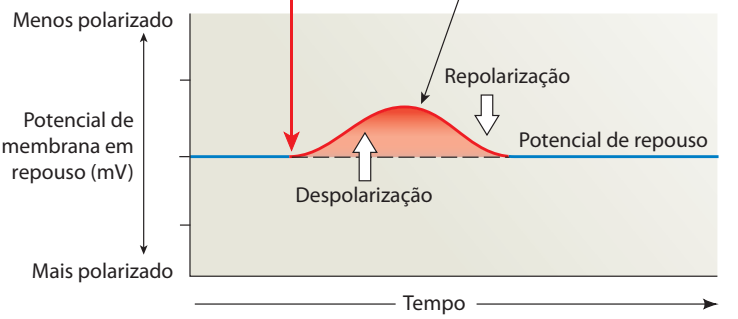
Um potencial de ação pode afetar outras partes da membrana por meio da condução contínua ou saltatória

1 O esquema mostra as mudanças no potencial de membrana que ocorrem ao longo do tempo quando estímulos químicos diferentes são aplicados ao corpo celular de um neurônio. O potencial de membrana em repouso é negativo, porque há mais cargas negativas no interior da membrana plasmática do que do lado de fora. Essa distribuição desigual de cargas é chamada **polarização**.

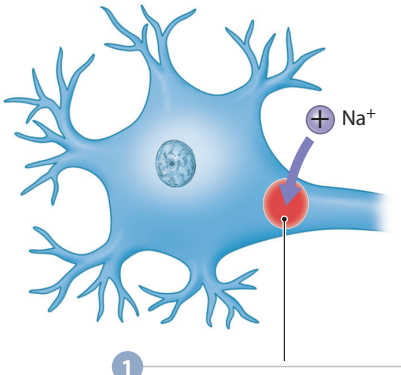


Uma substância química neurotransmissora, como a acetilcolina, abre os canais de íons de sódio que estão fechados na membrana plasmática em repouso. Como os íons de Na^+ cruzam a membrana plasmática, o excesso de cargas negativas no interior da membrana é reduzido e a membrana torna-se menos polarizada. Essa mudança é denominada **despolarização**.

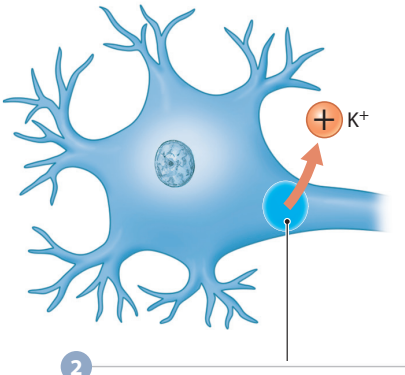
Quando o estímulo químico é removido, a bomba de sódio-potássio faz a membrana retomar seu potencial de repouso normal. Esse processo é chamado de **repolarização**.



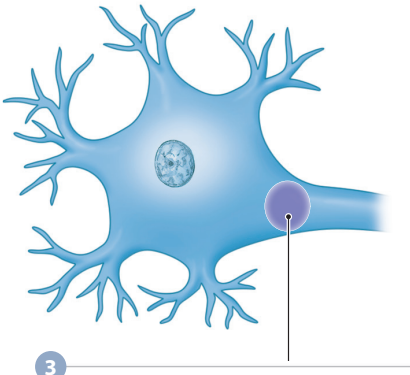
2 Um potencial de ação se desenvolve quando um potencial graduado despolariza-se da membrana para um ponto chamado de potencial limiar. Naquele ponto, alguns canais da membrana começam a responder, enquanto a membrana torna-se menos polarizada. Ocorrem, então, três grandes eventos.



1 A liberação de neurotransmissores para dentro do corpo da célula provoca uma grande despolarização. Canais de sódio abrem-se e íons de sódio entram na célula.

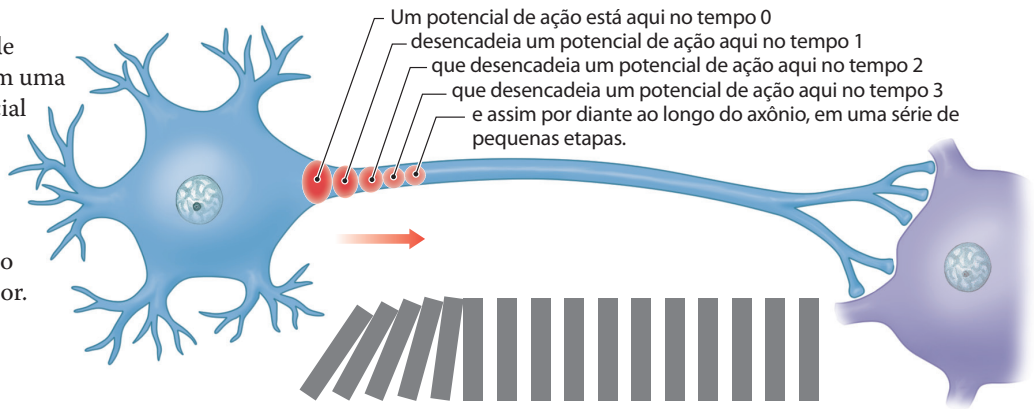


2 A despolarização repentina e dramática resultante fecha os canais de sódio e desencadeia a abertura de canais de potássio, e íons de potássio saem rapidamente da célula.



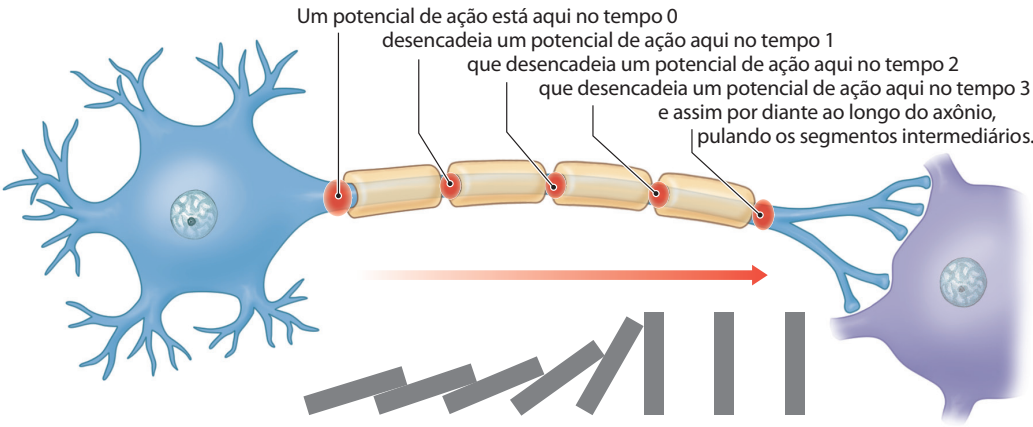
3 A perda rápida de íons de potássio começa a repolarizar a membrana plasmática. Ao longo do tempo a bomba de sódio-potássio ejetará os íons de sódio e recuperará os íons de potássio.

3 Quando o potencial de ação desenvolve-se em uma área, a mudança no potencial de membrana desencadeia um potencial de ação na porção adjacente da membrana plasmática, apesar de a área não ter sido exposta ao neurotransmissor.



Esse processo, chamado de **condução contínua**, é como um efeito dominó. O potencial de ação propaga-se lentamente ao longo do axônio como cada peça de um dominó derruba a próxima em uma sequência de peças alinhadas.

4 Em um axônio mielinizado, sua membrana está exposta apenas nos nódulos de Ranvier. Como resultado, os potenciais de ação só podem se desenvolver nos nódulos. Isso significa que o potencial de ação parece saltar de um nódulo para o outro ao longo do axônio.



Esse processo, chamado de **condução saltatória** (*saltare*, pular), é muito mais rápido do que a condução contínua. Porque quando os dominós são alinhados, se as peças estão muito distantes, o espaço percorrido pela queda é muito maior.

O diâmetro do axônio também afeta a velocidade de propagação; potenciais de ação viajam mais rápido ao longo de axônios mielinizados com diâmetro grande. Então, por que todos os axônios em nosso sistema nervoso não são grandes e mielinizados? A razão mais provável é que seria fisicamente impossível. Se todas as informações sensitivas e comandos motores fossem transportados por fibras grandes mielinizadas, seus nervos periféricos seriam do tamanho de mangueiras de jardim, e sua medula teria o diâmetro de uma lata de lixo. Em vez disso, a transferência de informações no sistema nervoso é priorizada: notícia urgente – informação sensitiva sobre ameaças à sobrevivência e comandos motores que alertam sobre lesões – trafegam em fibras mielinizadas (o equivalente a mensagens instantaneamente enviadas e recebidas). Fibras não mielinizadas transmitem informações sensitivas menos urgentes e comandos motores.

Revisão do Módulo 7.5

a. Descreva despolarização e repolarização.

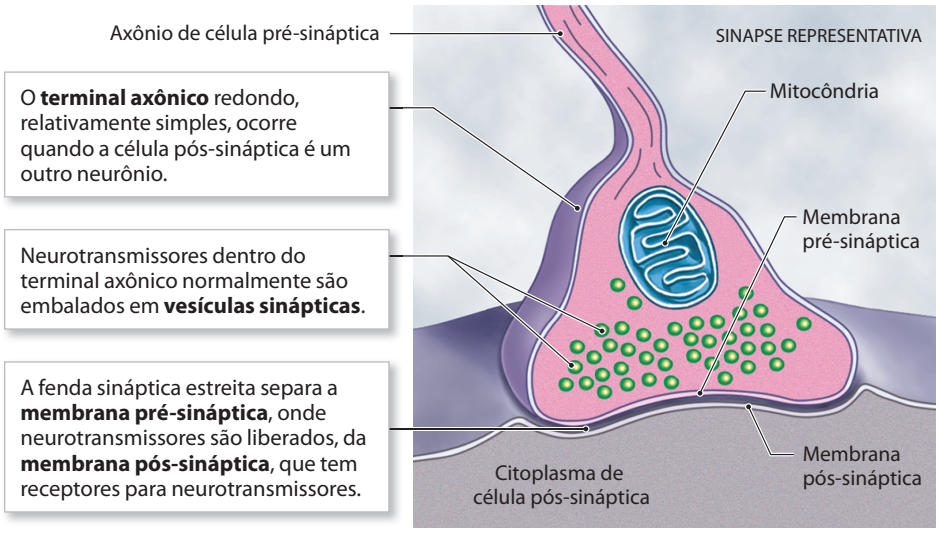
b. Compare condução contínua e saltatória.

c. Qual é a relação entre a mielina e a velocidade de propagação dos potenciais de ação?

Na sinapse, a informação viaja de uma célula pré-sináptica para uma célula pós-sináptica

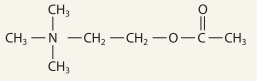
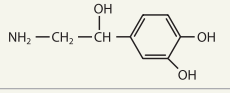
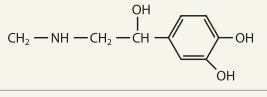
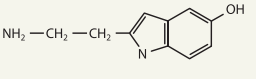
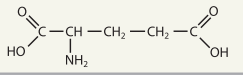
No sistema nervoso, as mensagens são transmitidas de um local para outro ao longo de axônios na forma de potenciais de ação, também conhecidos como "impulsos nervosos". Para ter efeito, as mensagens devem não apenas ser propagadas ao longo de um axônio, mas também transferidas, de alguma forma, a outro neurônio ou a uma célula efetora. Essa transferência ocorre em uma **sinapse**. Em uma sinapse que envolve dois neurônios, a informação é transmitida de um neurônio pré-sináptico para um neurônio pós-sináptico. Exceto em alguns casos especiais que envolvem receptores sensitivos, uma célula pré-sináptica é sempre um neurônio.

1 A comunicação entre células pré-sinápticas e pós-sinápticas envolve geralmente a liberação de substâncias químicas denominadas **neurotransmissores** na **fenda sináptica**, um espaço estreito que separa duas células. Os terminais axônicos podem reabsorver e remontar os fragmentos de neurotransmissores quebrados na fenda sináptica.

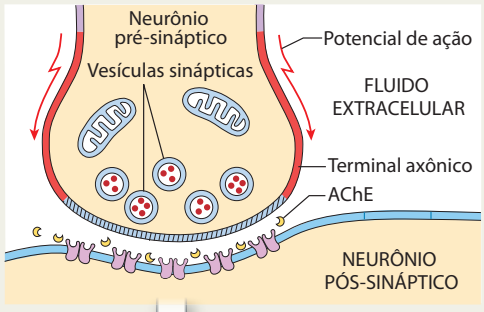


2 Uma das razões para o sistema nervoso ser tão complexo e versátil é que ele usa mais de 100 neurotransmissores diferentes, cada um trabalhando de uma maneira distinta. Esta tabela apresenta alguns neurotransmissores diferentes.

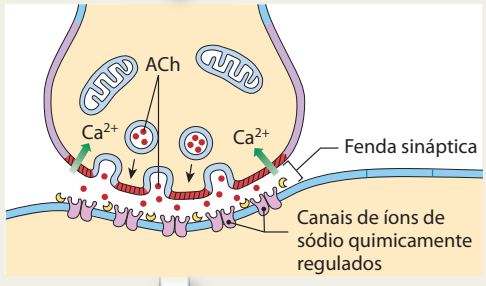
Neurotransmissores selecionados

Neurotransmissor	Estrutura química	Comentários
Acetilcolina (ACh)		Muito difundida nos SNC e SNP; liberada nas junções neuromusculares (JNMs); é o neurotransmissor mais conhecido e estudado
Norepinefrina (NE)		Relacionada à atenção e consciência, ao controle da temperatura do corpo e à regulação da secreção da glândula hipófise
Epinefrina (E)		Efeito geralmente excitatório ao longo das vias autônomas
Serotonina		Importante no controle de estados emocionais, humores e temperatura corporal; diversas drogas alucinógenas ilícitas, como o *ecstasy*, têm como alvo os receptores de serotonina
Glutamina		Efeitos inibitórios diretos: abre canais de Cl^-; efeitos indiretos: abre canais de K^+ e bloqueia a entrada de Ca^{2+}

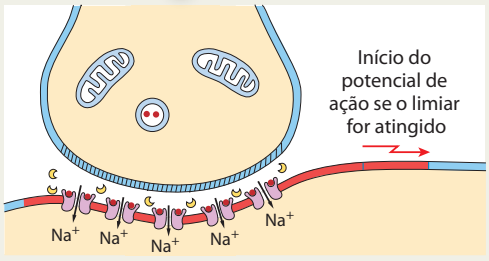
Passo 1
Um potencial de ação chega ao terminal axônico da célula pré-sináptica. Ele despolariza o terminal axônico, que estimula a liberação de um neurotransmissor.



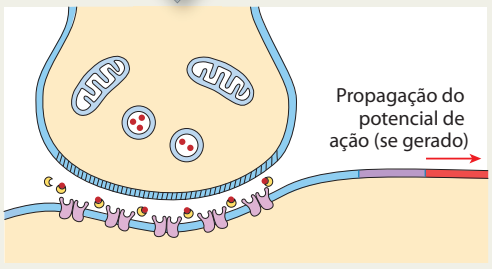
Passo 2
A despolarização do terminal axônico abre os canais de cálcio. Os íons de cálcio do fluido extracelular entram rapidamente no terminal axônico e desencadeiam a liberação de acetilcolina por exocitose para dentro da fenda sináptica.



Passo 3
A ACh liberada difunde-se pela fenda sináptica e se liga aos canais fechados de íons sódio na membrana pós-sináptica. Quanto maior a quantidade de ACh liberada, mais receptores responderão, e maior será a despolarização. Se a despolarização for grande o suficiente, um potencial de ação surgirá no neurônio pós-sináptico.



Passo 4
Os efeitos sobre a membrana pós-sináptica são temporários, em virtude da presença da enzima acetilcolinesterase (AChE) na fenda sináptica. A AChE quebra a ACh.



3 Esta figura ilustra os eventos que ocorrem na sinapse de liberação de uma ACh quando um potencial de ação chega a um terminal axônico. Os mesmos passos ocorrem na comunicação através de uma junção neuromuscular (processo descrito no Módulo 6.3).

O atraso sináptico de 0,2-0,5 milissegundos ocorre entre a chegada do potencial de ação no terminal axônico e o efeito na membrana pós-sináptica. Embora o atraso de 0,5 ms não seja muito, nesse período um potencial de ação pode viajar mais de 7 cm ao longo de um axônio mielinizado. Quando a informação é transmitida ao longo de uma cadeia de neurônios, o atraso sináptico cumulativo realmente se soma. É por isso que os reflexos são importantes para a sobrevivência – eles podem fornecer respostas rápidas e automáticas a estímulos porque muito poucas sinapses estão envolvidas.

Revisão do Módulo 7.6

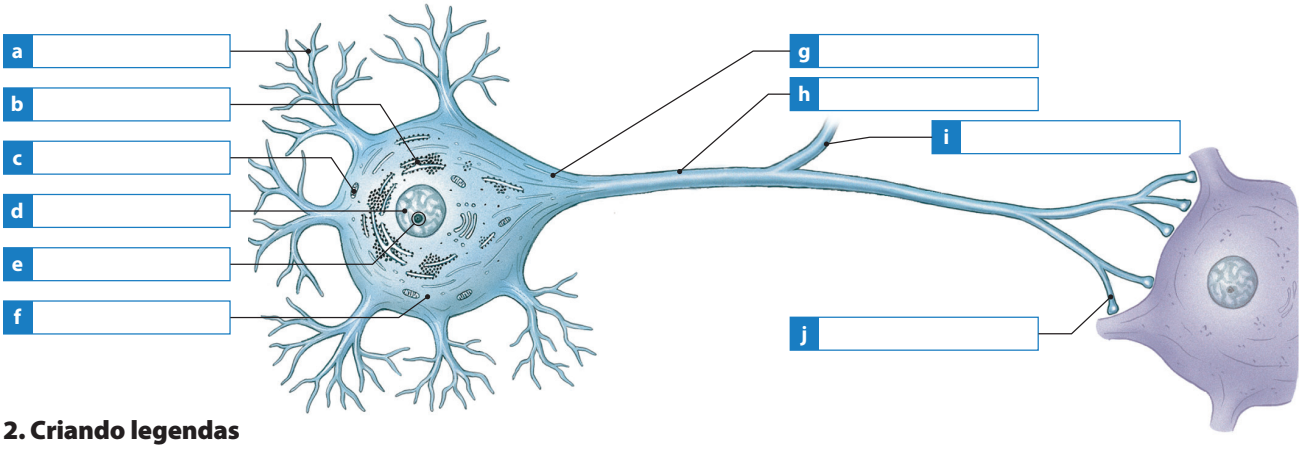
a. Descreva a estrutura de uma sinapse.

b. Descreva os eventos que ocorrem em uma sinapse quando um potencial de ação chega ao terminal axônico.

c. Por que a despolarização da célula pós-sináptica é temporária?

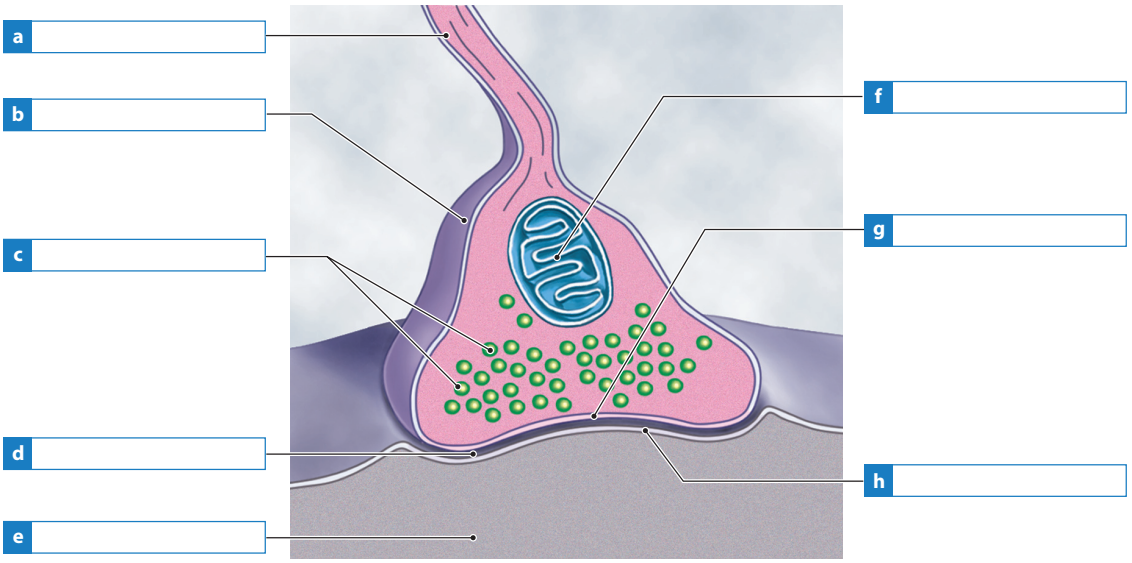
1. Criando legendas

Identifique cada uma das estruturas no seguinte diagrama de um neurônio:



2. Criando legendas

Identifique cada uma das estruturas no seguinte diagrama de uma sinapse:



3. Vocabulário

Escreva no espaço em branco, ao lado da definição, o termo em negrito introduzido nesta seção.

a	_____	Mudança na propagação do potencial de membrana
b	_____	A menor das três classes anatômicas de neurônios
c	_____	Potencial de membrana de uma célula não estimulada
d	_____	Células da neuróglia que mielinizam os axônios do SNC
e	_____	Estrutura onde a informação é transmitida entre dois neurônios
f	_____	Mudança no potencial de membrana a um estado menos polarizado
g	_____	A mais numerosa das três classes funcionais de neurônios
h	_____	Mudança no potencial de membrana a um estado mais polarizado quando o estímulo químico é removido

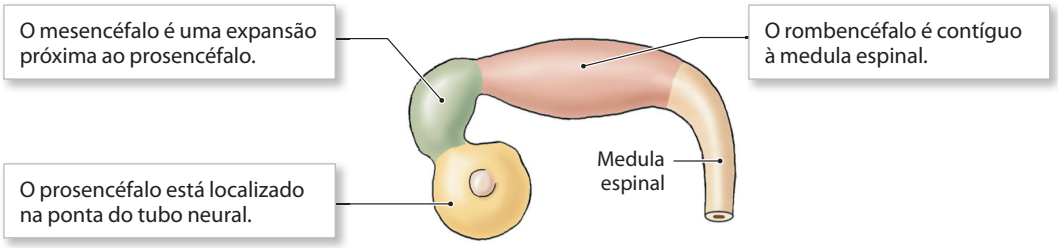
4. Integração de seções

A síndrome de Guillain-Barré é uma degeneração das bainhas de mielina que, em última análise, pode resultar em paralisia. Proponha um mecanismo pelo qual a degeneração da bainha de mielina pode causar paralisia muscular.

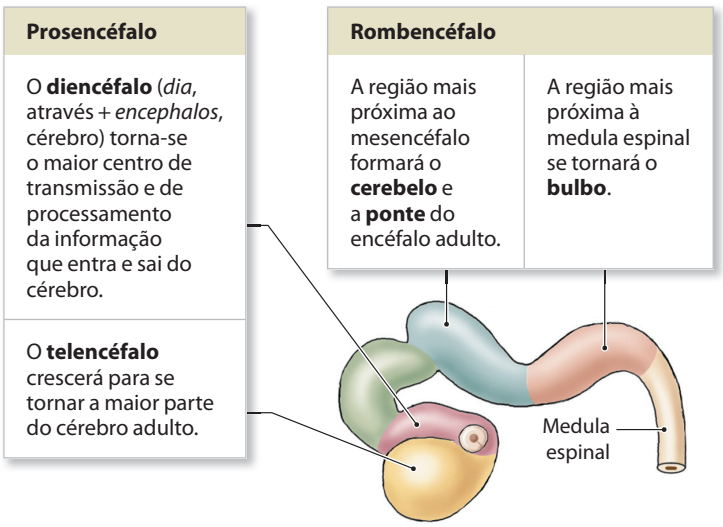
Anatomia funcional do sistema nervoso central

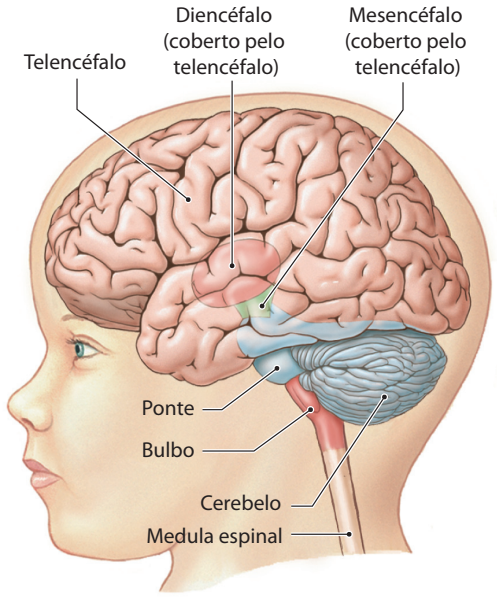
Esta seção apresenta a anatomia funcional do encéfalo e da medula espinal. Em adultos, o cérebro contém quase 97% do tecido neural do corpo. Um encéfalo "típico" pesa 1,4 kg e tem um volume de 1.200 ml. O tamanho do encéfalo varia consideravelmente entre os indivíduos. Na média, o cérebro masculino é aproximadamente 10% maior do que o encéfalo do sexo feminino, em razão das diferenças no tamanho médio do corpo. Não existe nenhuma correlação entre o tamanho do encéfalo e a inteligência. As pessoas que têm os menores encéfalos (750 ml) e os maiores encéfalos (2.100 ml) são funcionalmente normais.

1 Esta vista lateral do encéfalo e da medula espinal de um embrião após quatro semanas de desenvolvimento mostra o **tubo neural**, um cilindro oco que é o princípio do sistema nervoso central. Na porção cefálica, três áreas ampliam-se rapidamente através da expansão da cavidade interna.



2 Na 5ª semana de desenvolvimento, o cérebro mudou de posição e o prosencéfalo e o rombencéfalo subdividiram-se, formando as regiões encontradas no encéfalo adulto.





3 À medida que o desenvolvimento continua, o cérebro aumenta até o ponto em que ele cobre outras partes do encéfalo.

Cada região do encéfalo tem características estruturais e funcionais distintas

1 Esta vista diagramática do encéfalo apresenta as suas principais regiões e suas funções gerais. As regiões são codificadas por cores e usaremos essas cores nas ilustrações em todo o capítulo.

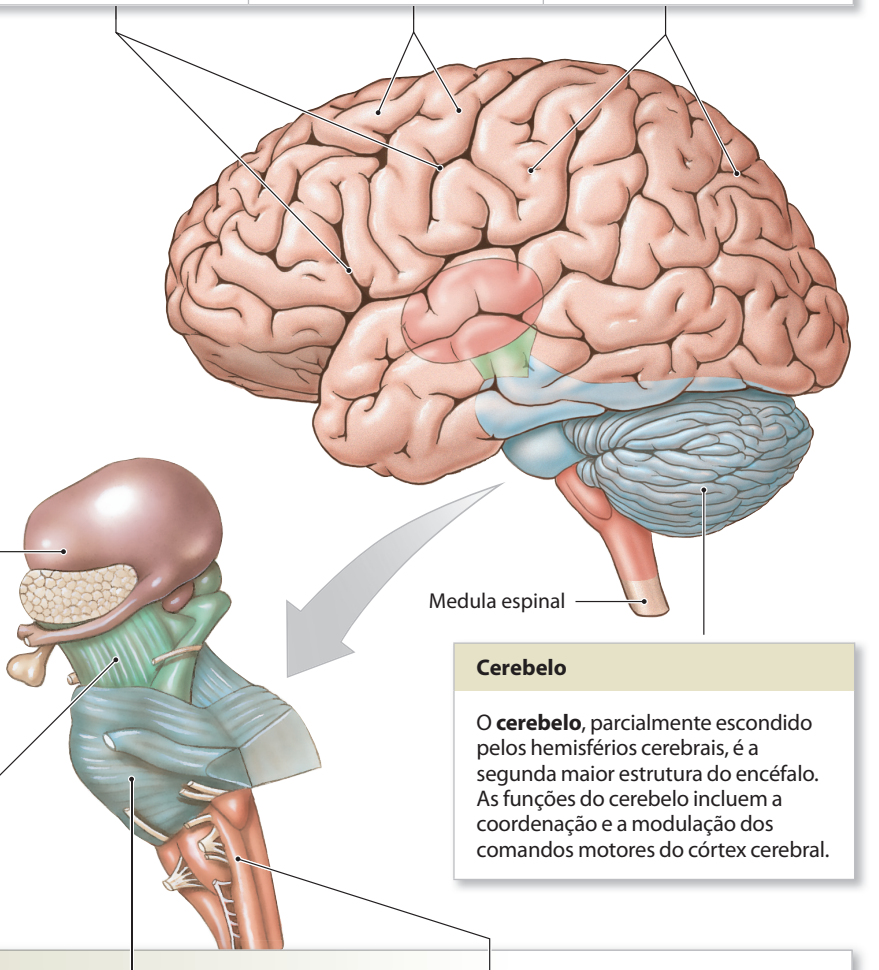
Cérebro

O **cérebro** adulto está dividido em um par de **hemisférios cerebrais** grandes. As superfícies dos hemisférios cerebrais são bastante pregueadas e cobertas por uma camada superficial de substância cinzenta denominada **córtex cerebral** (*cortex*, casca), cujas funções incluem consciência, processamento e armazenamento de memória, processamento sensitivo e a regulação das contrações musculares esqueléticas.

Fissuras são sulcos profundos que subdividem o hemisfério cerebral.

Giros são dobras no córtex cerebral que aumentam a sua área de superfície.

Sulcos são depressões rasas no córtex cerebral que separam giros adjacentes.



Diencéfalo

O **diencéfalo** é a ligação estrutural e funcional entre os hemisférios cerebrais e o restante do SNC.

O **tálamo** contém centros de transmissão e processamento de informação sensitiva.

O **hipotálamo** (*hipo-*, abaixo), ou assoalho do diencéfalo, contém centros envolvidos com emoções, função autônoma e produção hormonal.

Cerebelo

O **cerebelo**, parcialmente escondido pelos hemisférios cerebrais, é a segunda maior estrutura do encéfalo. As funções do cerebelo incluem a coordenação e a modulação dos comandos motores do córtex cerebral.

Tronco encefálico

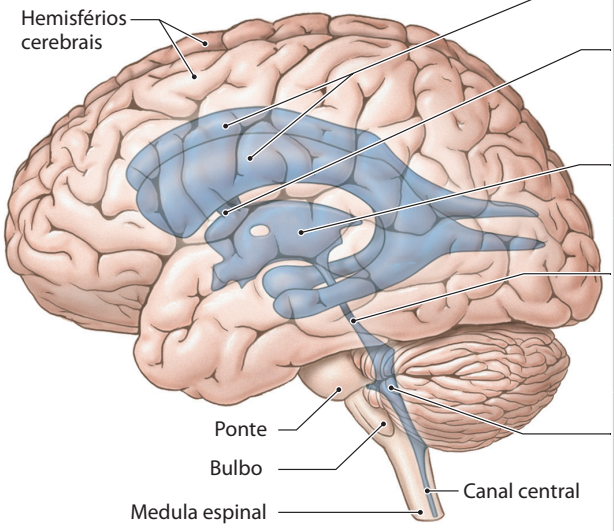
O **tronco encefálico** inclui o mesencéfalo, a ponte e o bulbo.

O **mesencéfalo** processa informação visual e auditiva (audição) e controla reflexos desencadeados por esses estímulos. Também contém centros que ajudam a manter a vigília.

A **ponte** conecta o cerebelo ao tronco encefálico. Além de tratos e centros relês, a ponte também atua no controle motor somático e visceral.

O **bulbo** transmite informações sensitivas a outras partes do tronco encefálico e também ao tálamo. O bulbo também contém centros importantes que regulam a função autônoma, tais como a frequência cardíaca e a pressão arterial.

2 Durante o desenvolvimento, as passagens no interior do tubo neural nos hemisférios cerebrais, no diencéfalo, na ponte e no cerebelo e no bulbo expandem-se para formar câmaras chamadas **ventrículos**. Os ventrículos são preenchidos com o líquido cerebrospinal e revestidos por células ependimais.



Sistema ventricular, vista lateral

Ventrículos do encéfalo

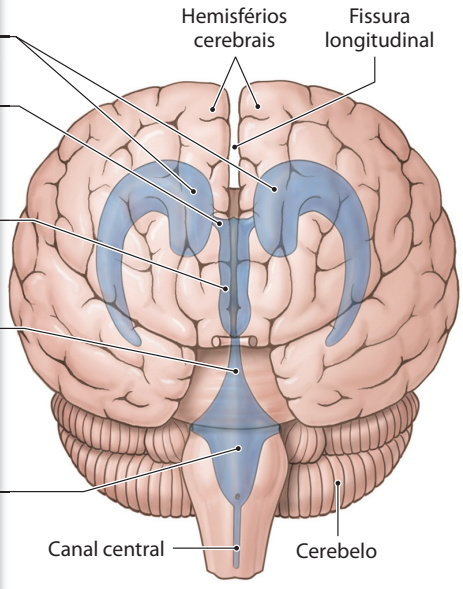
Cada hemisfério cerebral contém um grande **ventrículo lateral**.

Cada ventrículo lateral comunica-se com o terceiro ventrículo através de um **forame interventricular**.

O **terceiro ventrículo** está localizado no diencéfalo.

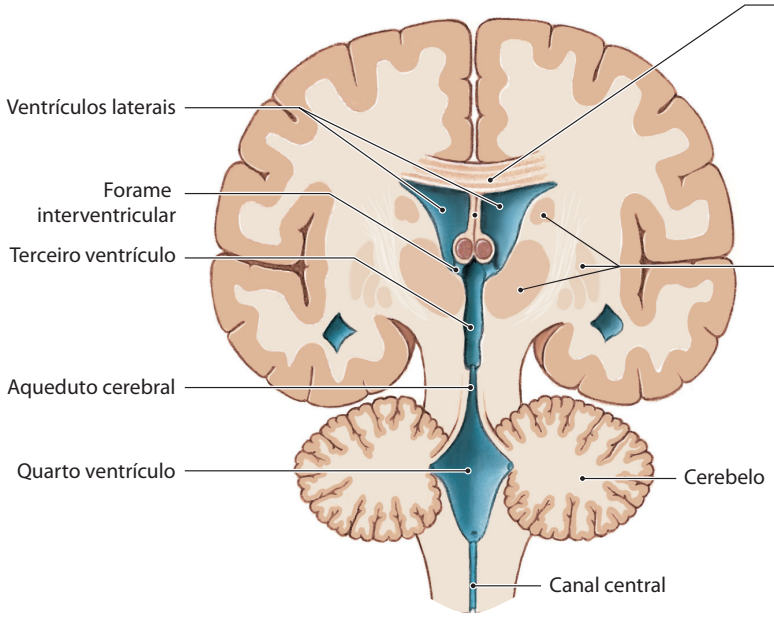
O **aqueduto cerebral** é um canal delgado dentro do mesencéfalo que conecta o terceiro ventrículo ao quarto ventrículo.

O **quarto ventrículo** começa na ponte e estende-se na porção superior do bulbo. Então se estreita e torna-se o canal central da medula espinal.



Sistema ventricular, vista anterior

3 Esta secção coronal do cérebro mostra as interligações entre os ventrículos.



O **corpo caloso** é um trato espesso de substância branca que interliga os dois hemisférios cerebrais. Contém mais de 200 milhões de axônios que transportam cerca de 4 bilhões de impulsos por segundo.

Os **núcleos** são grupos de corpos celulares de neurônios dentro do SNC. Os **núcleos da base** estão localizados dentro de cada hemisfério cerebral. Fornecem controle subconsciente do tônus muscular e ajudam a planejar os movimentos complexos aprendidos, tais como caminhar ou correr.

Revisão do Módulo 7.7

a. Liste as principais regiões do encéfalo e as estruturas distintas de cada uma.

b. Descreva o papel do bulbo.

c. Quais ventrículos perderiam a comunicação em virtude de um bloqueio do aqueduto cerebral?

As meninges cranianas e o líquido cerebrospinal protegem e sustentam o encéfalo

Os tecidos delicados do encéfalo são protegidos das forças mecânicas pelos ossos do crânio, pelas meninges cranianas e pelo líquido cerebrospinal. Além disso, a barreira hematoencefálica isola bioquimicamente o tecido nervoso do encéfalo da circulação geral.

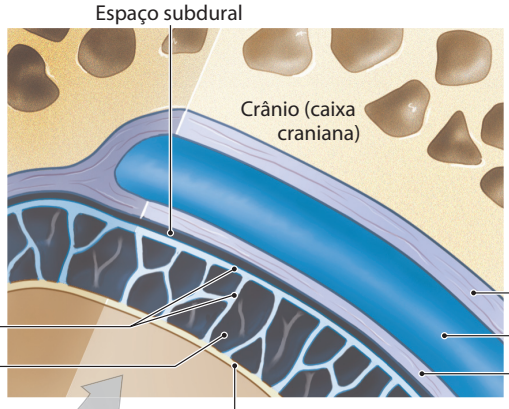
1 As três camadas que compõem as **meninges cranianas** – **dura-máter**, **aracnoide-máter** e **pia-máter** – são contínuas às camadas das meninges na medula. Conhecer os significados em latim para esses termos ajuda a compreender os seus nomes. *Mater*, que significa mãe, é a cobertura. A parte externa *dura* significa duro e o meio, *aracnoide*, significa como uma teia de aranha, e o interior, *pia*, significa tenro.

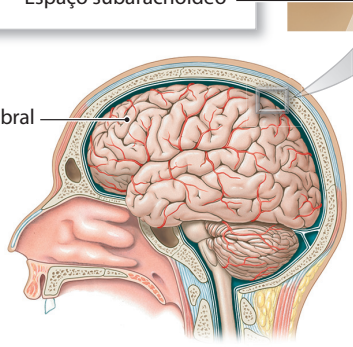
1 Dura-máter

A dura-máter consiste em camadas fibrosas externas e internas. A camada externa é fundida com o periósteo dos ossos cranianos. Como resultado, não existe nenhum espaço epidural. As camadas externas e internas da dura-máter craniana são normalmente separadas por um espaço delgado que contém fluidos teciduais e vasos sanguíneos, incluindo vários grandes seios durais que coletam sangue das veias do encéfalo.

2 Aracnoide-máter

A aracnoide-máter consiste em uma camada epitelial externa sustentada por uma malha fibrosa que a conecta à pia-máter. A aracnoide-máter não segue os giros e sulcos do cérebro. O espaço subaracnoide cheio de líquido separa a camada externa da aracnoide-máter da pia-máter.



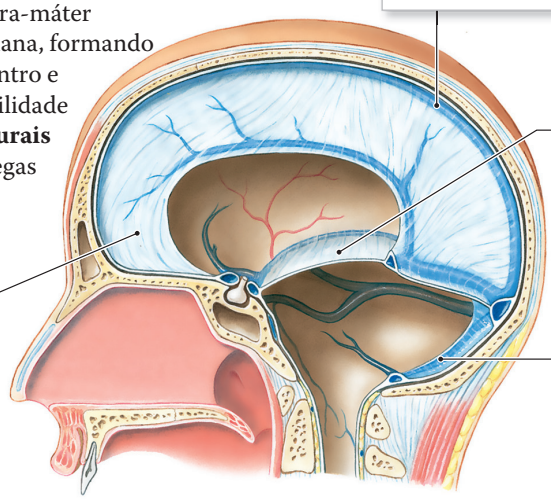


3 Pia-máter

A pia-máter adere à superfície do encéfalo. Estende-se por dentro de todos os giros e sulcos e acompanha as ramificações dos vasos sanguíneos, à medida que penetram na superfície do encéfalo para alcançar as estruturas internas.

2 Em vários locais, a camada interna da dura-máter estende-se para dentro da cavidade craniana, formando **pregas durais**, folhas que mergulham para dentro e depois retornam. Essas pregas oferecem estabilidade adicional e suporte para o cérebro. Os **seios durais** são grandes veias coletoras localizadas nas pregas durais. Existem três grandes pregas durais.

O **seio sagital superior** é o maior seio dural.

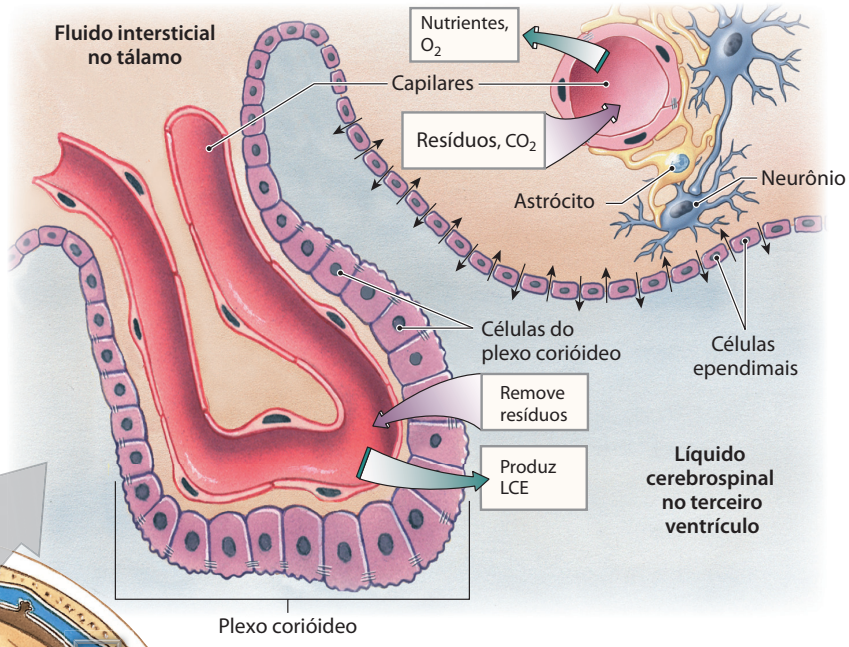


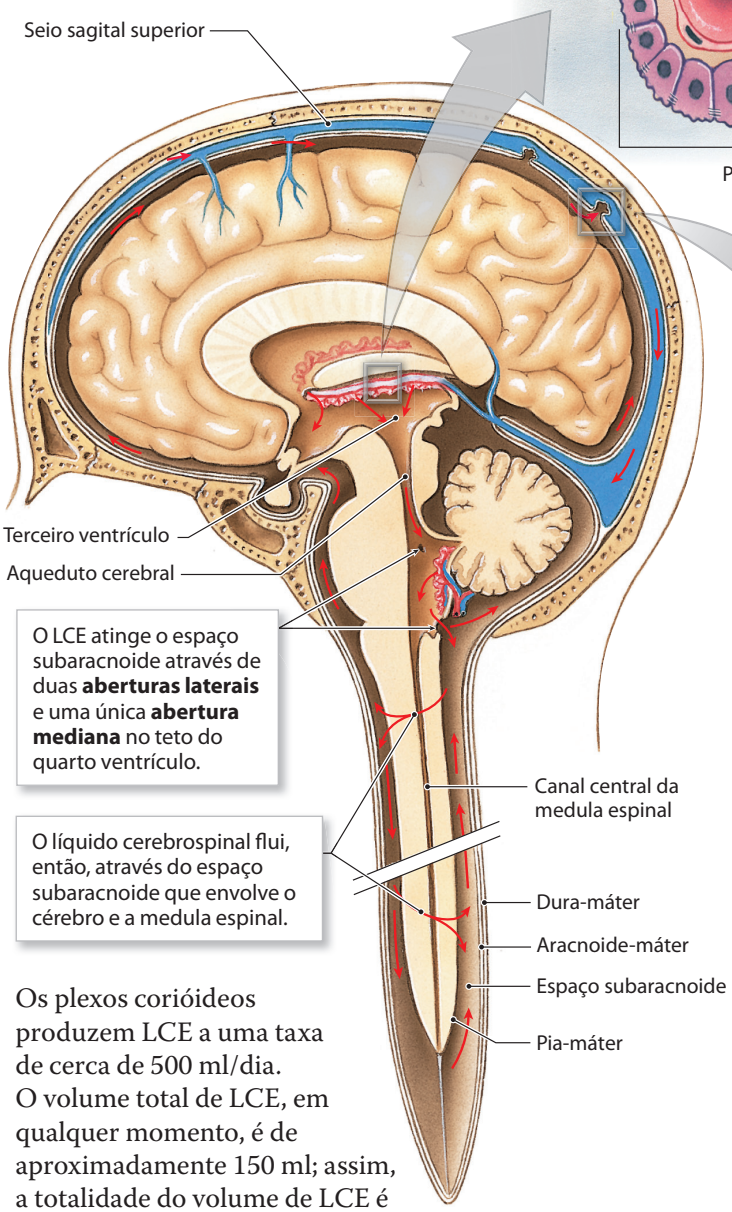
O **tentório do cerebelo** (*tentorium*, tenda) separa os hemisférios cerebrais do cerebelo.

A **foice do cérebro** é uma prega dural que se projeta entre os hemisférios cerebrais. Suas porções inferiores anexam-se anteriormente à *crista galli* e posteriormente à crista occipital interna do osso occipital. Os seios sagitais superior e inferior encontram-se dentro dessa prega dural.

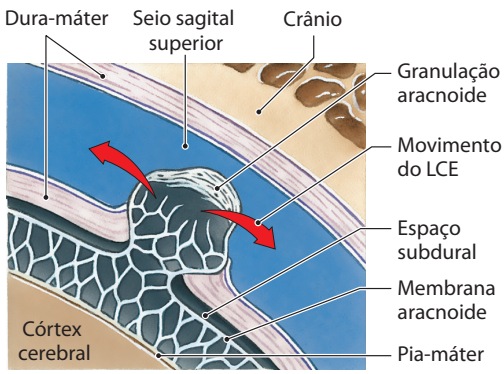
A **foice do cerebelo** separa os dois hemisférios cerebelares ao longo do plano sagital mediano, inferior ao tentório do cerebelo.

3 O **líquido cerebrospinal (LCE)** circunda e banha completamente as superfícies expostas do SNC. Cada um dos ventrículos contém uma área do **plexo corióideo**, que consiste em uma combinação de células ependimais especializadas e capilares envolvidos na produção e manutenção do líquido cerebrospinal. O LCE circula do plexo corióideo através dos ventrículos e enche o canal central da medula espinal. À medida que circula, os materiais difundem-se entre o LCE e o fluido intersticial do SNC através das células ependimais.





Os plexos corióideos produzem LCE a uma taxa de cerca de 500 ml/dia. O volume total de LCE, em qualquer momento, é de aproximadamente 150 ml; assim, a totalidade do volume de LCE é substituída aproximadamente a cada oito horas.



4 As projeções digitiformes da membrana aracnoide penetram na camada meníngea da dura-máter e estendem-se até o seio sagital superior. Em adultos, essas extensões formam grandes **granulações aracnoides**, locais em que o fluido cerebrospinal é absorvido pelas veias que levam o sangue para o coração.

Revisão do Módulo 7.8

a. Identifique as três camadas que compõem as meninges, começando da superficial à mais profunda.

b. Começando no plexo coroide, trace o fluxo do LCE.

c. Como a diminuição da difusão através das granulações aracnoides afetaria o volume do líquido cerebrospinal nos ventrículos?

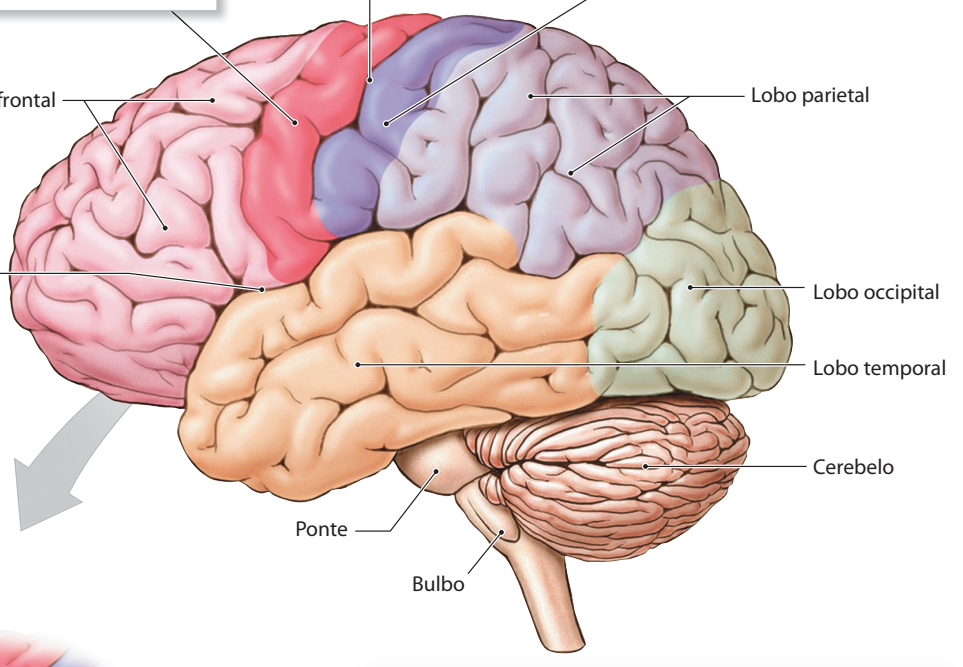
Os pontos de referência superficiais podem ser usados para dividir a superfície do córtex cerebral em lobos

1 Cada hemisfério cerebral pode ser dividido em regiões chamadas **lobos**. Seu cérebro tem um padrão único de sulcos e giros, tão individual como uma impressão digital, mas os limites entre os lobos são pontos de referência confiáveis. Os lobos nas superfícies externas são nomeados pelos ossos sobrejacentes do crânio.

O **giro pré-central**, anterior ao sulco central, contém o córtex motor primário. Os neurônios motores controlam os movimentos voluntários.

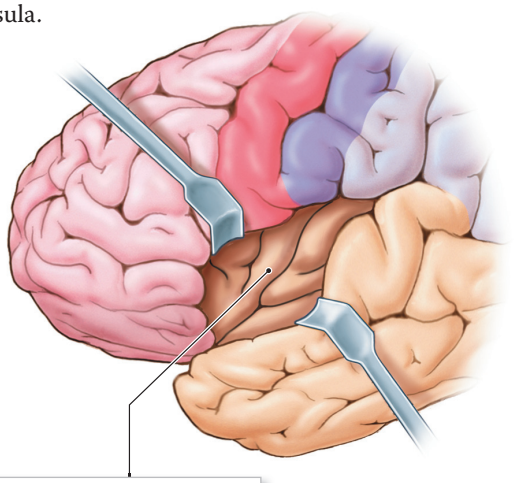
Em cada hemisfério, o **sulco central**, um sulco profundo, divide o **lobo frontal** anterior do lobo mais posterior, o **lobo parietal**.

O **giro pós-central**, posterior ao sulco central, contém o córtex sensitivo primário que recebe a informação sensitiva que se torna consciente.



O **sulco lateral**, quase horizontal, separa o lobo frontal do **lobo temporal**.

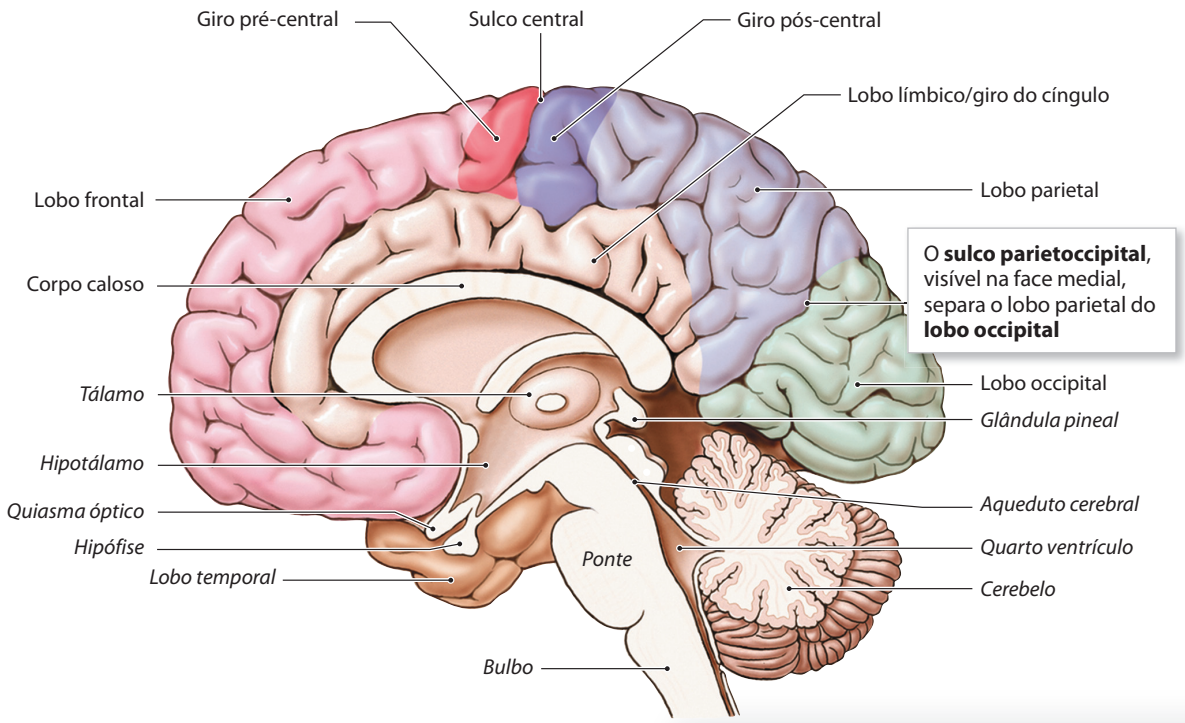
2 A retração do córtex cerebral superficial ao longo do sulco lateral expõe a ínsula.



A **ínsula** (*insula*, ilha), uma "ilha" do córtex, localiza-se medial ao sulco lateral.

Vista lateral do encéfalo

3 Esta visão sagital mediana indica os limites mediais dos lobos e destaca como os hemisférios cerebrais cobrem o resto do encéfalo. Para maior clareza, identificamos as estruturas e regiões fora do telencéfalo em itálico.



Lembre-se dos seguintes fatos sobre os hemisférios cerebrais:

- Cada hemisfério cerebral recebe informações sensitivas e envia comandos motores para o lado oposto do corpo. Assim, as áreas motoras do seu hemisfério cerebral esquerdo controlam os músculos do seu lado direito, e as áreas motoras do seu hemisfério cerebral direito controlam os músculos do seu lado esquerdo. Esse cruzamento, que ocorre no tronco cerebral e na medula espinal, não tem significado funcional conhecido.
- Embora os dois hemisférios possam parecer idênticos, e tenham muitas funções semelhantes, existem diferenças importantes.
- A correspondência entre uma função específica e uma região específica do córtex cerebral é imprecisa. As fronteiras são indistintas e existe uma sobreposição considerável, e algumas funções corticais, como a consciência, não podem ser facilmente atribuídas a uma única região. No entanto, sabemos que indivíduos saudáveis usam todas as partes do cérebro.

Corte sagital mediano

Revisão do Módulo 7.9

a. Identifique os lobos do telencéfalo e indique a base de seus nomes.

b. Descreva a ínsula.

c. Que efeito seria produzido pela lesão do giro pós-central esquerdo?

Os lobos do córtex cerebral contêm áreas com funções específicas

1 O **córtex motor primário** emite comandos voluntários para os músculos esqueléticos e o **córtex sensitivo primário** recebe informação sensitiva somática geral. Os sentidos especiais de visão, audição, olfato e gustação chegam a outras partes do córtex cerebral. Cada região sensitiva e motora do córtex está conectada a uma **área de associação** próxima. As áreas de associação são regiões do córtex que interpretam as informações que entram ou coordenam uma resposta motora.

Córtex motor

Os neurônios do córtex motor primário são chamados de **células piramidais** porque seus corpos celulares se assemelham a pequenas pirâmides.

A **área de associação motora somática** é responsável pela coordenação de movimentos aprendidos.

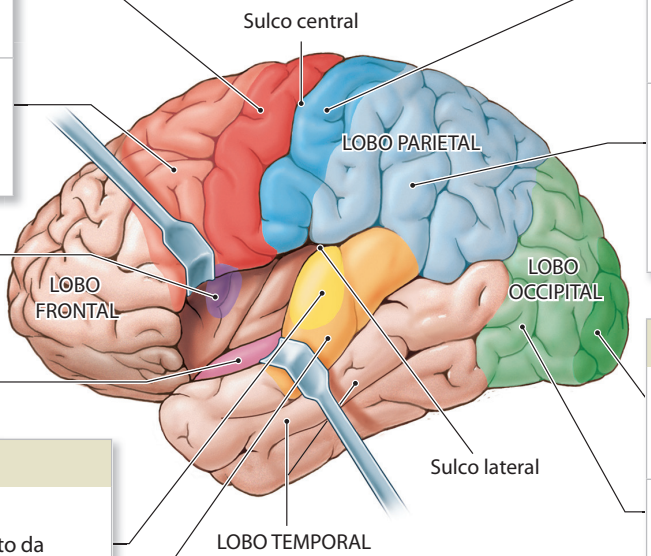
O **córtex gustativo** da ínsula recebe informações de receptores gustativos.

O **córtex olfatório** recebe informações sensitivas de receptores olfatórios (cheiro).

Córtex auditivo

O **córtex auditivo primário** é responsável pelo monitoramento da informação auditiva (som).

A **área de associação auditiva** monitora a atividade sensitiva no córtex auditivo e reconhece sons, tais como palavras faladas.



Córtex sensitivo

Os neurônios do córtex sensitivo primário recebem informações sensitivas somáticas de receptores para tato, pressão, dor, vibração, gosto ou temperatura.

A **área de associação sensitiva somática** monitora atividades no córtex sensitivo primário. Permite reconhecer um toque leve, por exemplo, um mosquito pousando em seu braço.

Córtex visual

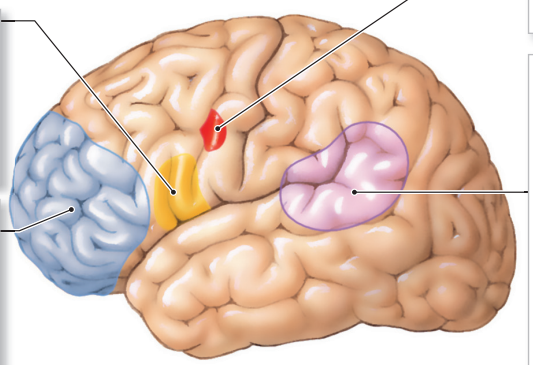
O **córtex visual primário** recebe informações dos núcleos laterais do tálamo.

A **área de associação visual** monitora os padrões de atividade no córtex visual e interpreta os resultados. Quando você vê os símbolos *p*, *a*, e *r*, sua área de associação visual reconhece que elas formam a palavra "par".

2 Os **centros integrativos** envolvidos na realização de processos complexos, tais como a fala, a escrita, a matemática e a compreensão de relações espaciais, estão restritos ou ao hemisfério esquerdo ou ao direito.

O **centro da fala**, também chamado de área de Broca ou área motora da fala, situa-se no mesmo hemisfério da área interpretativa geral. O centro da fala regula os padrões de respiração e vocalização necessários para o discurso normal.

O **córtex pré-frontal** coordena informações transmitidas a partir das áreas de associação do córtex. No processo, ele realiza algumas funções intelectuais abstratas, como prever as consequências de eventos ou ações.



O **campo de visão frontal** controla os movimentos oculares aprendidos, tais como quando você analisa estas linhas do texto.

A **área interpretativa geral** recebe informações de todas as áreas de associação sensitiva. Esse centro de análise está presente em apenas um hemisfério (geralmente no esquerdo). Essa região desempenha um papel essencial na personalidade pela integração de informações sensitivas e coordenação ao acesso a memórias visuais complexas e auditivas.

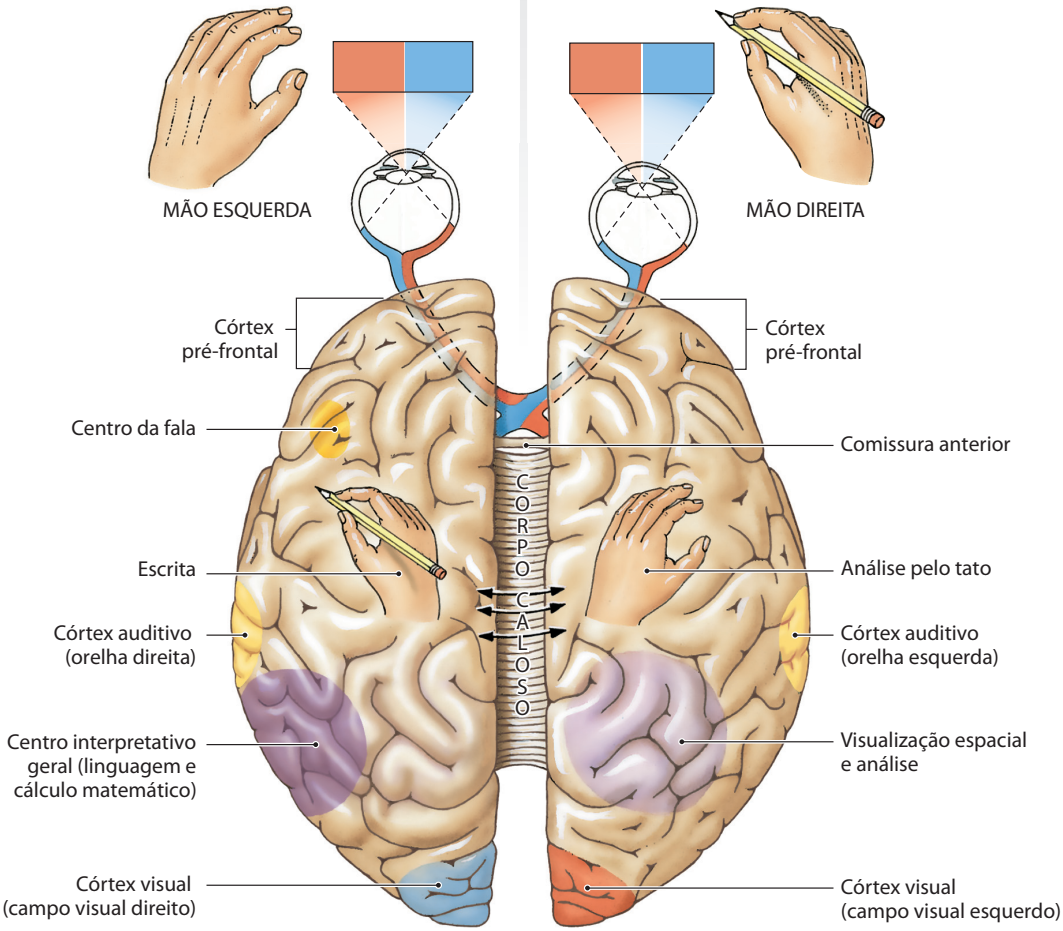
3 Cada um dos dois hemisférios cerebrais é responsável por funções específicas que não são normalmente executadas pelo hemisfério oposto. Essa especialização regional é chamada de **lateralização hemisférica**.

Hemisfério cerebral esquerdo

Na maioria das pessoas, o hemisfério esquerdo contém os centros de interpretação geral e o centro da fala, e é responsável pelas habilidades baseadas na linguagem. Ler, escrever e falar, por exemplo, dependem de um processamento realizado no hemisfério cerebral esquerdo. Além disso, o córtex pré-motor, que controla os movimentos das mãos, é maior no lado esquerdo para indivíduos destros do que para os indivíduos canhotos. O hemisfério esquerdo também é importante na realização de tarefas analíticas, tais como a matemática e a lógica.

Hemisfério cerebral direito

O hemisfério cerebral direito analisa a informação sensitiva e relaciona o corpo com o meio ambiente sensorial. Os centros interpretativos nesse hemisfério permitem que você identifique objetos familiares pelo tato, olfato, visão, gosto, ou por perceber uma sensação física. Por exemplo, o hemisfério direito desempenha um papel dominante em reconhecer fisionomias e na compreensão de relações tridimensionais. Também é importante na análise do contexto emocional de uma conversa.



Os canhotos representam cerca de 9% da população humana. Embora na maioria dos casos o córtex motor primário do hemisfério direito controle a função motora da mão esquerda dominante, os centros envolvidos na fala e na função analítica estão no hemisfério esquerdo. Curiosamente, uma porcentagem anormalmente alta de músicos e artistas é canhota. Essa conexão pode existir porque o córtex motor primário e as áreas de associação no hemisfério cerebral direito estão próximos às áreas de associação envolvidas na visualização espacial e nas emoções.

Revisão do Módulo 7.10

a. Onde está localizado o córtex motor primário?

b. Quais sentidos são afetados por danos nos lobos temporais?

c. Um paciente que teve AVC é incapaz de falar. Qual parte do cérebro foi afetada?

O diencéfalo, o tronco encefálico e o cerebelo contêm estações transmissoras que processam informações fora da nossa consciência

1 O **diencéfalo**, que circunda o terceiro ventrículo, é formado pelos tálamos esquerdo e direito e pelo hipotálamo. Uma área do tálamo forma o teto do diencéfalo. Sua porção anterior contém uma área extensa do plexo corióideo. A porção posterior contém a **glândula pineal**, uma estrutura endócrina que secreta o hormônio melatonina. Entre outras funções, a melatonina é importante na regulação do ritmo circadiano.

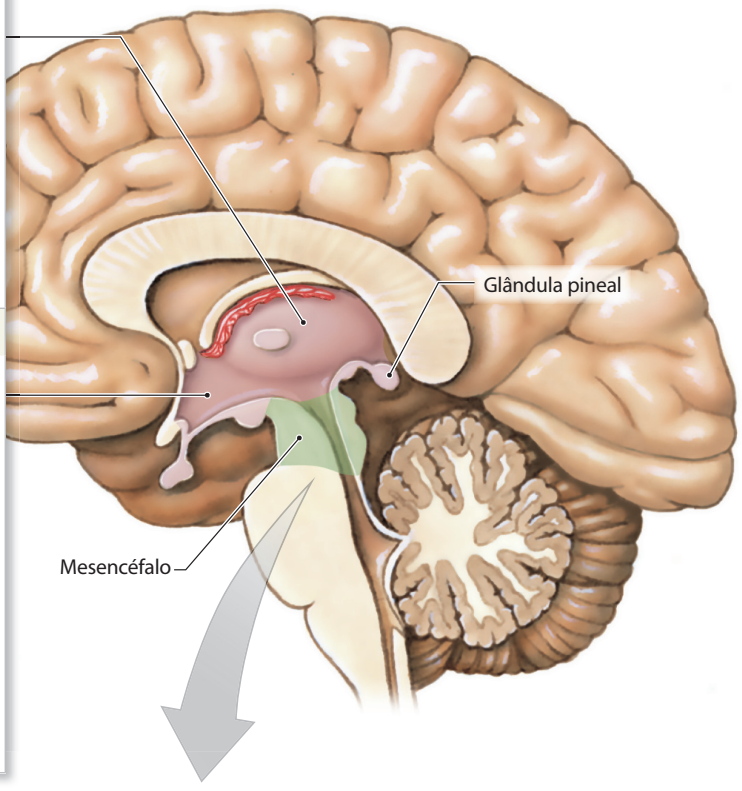
Diencéfalo

Tálamo

O terceiro ventrículo separa o tálamo esquerdo do tálamo direito. Cada um contém uma massa arredondada de núcleos do tálamo. O tálamo é o ponto final de transmissão de toda a informação sensitiva ascendente, exceto da olfativa, que chegará à nossa consciência. Atua como um filtro, passando para o córtex sensitivo primário apenas uma pequena parcela da informação sensitiva que chega. O restante é retransmitido para centros subconscientes no encéfalo. O tálamo também desempenha um papel na coordenação de comandos motores voluntários e involuntários.

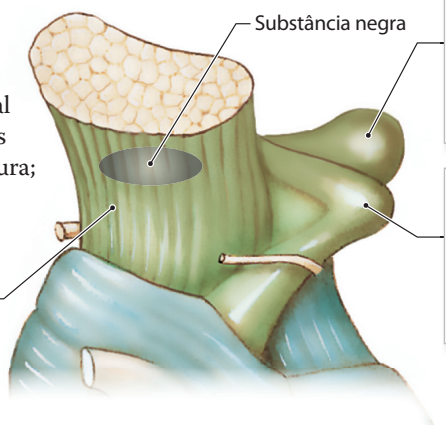
Hipotálamo

O hipotálamo contém importantes centros de controle e integração associados a: (1) centros subconscientes envolvidos com a raiva, o prazer, a dor e a excitação sexual, como parte de uma rede maior conhecida como o *sistema límbico*; (2) ajuste das atividades dos centros autonômos na ponte e no bulbo (como a frequência cardíaca, a pressão arterial, a respiração e as funções digestivas); (3) atividades de coordenação dos sistemas nervoso e endócrino; (4) secreção de uma variedade de hormônios, incluindo o hormônio antidiurético (ADH) e a ocitocina (oxt); (5) produção dos padrões de comportamento envolvidos com a fome e a sede; (6) coordenação de funções voluntárias e funções autônomas; (7) regulação da temperatura normal do corpo; e (8) coordenação de ciclos diários de atividade.



2 O **mesencéfalo** contém dois pares de núcleos sensitivos, os **colículos** (*colliculus,* pequena colina), envolvidos no processamento das sensações visuais e auditivas. O mesencéfalo também contém (1) núcleos motores para dois dos nervos cranianos (N III, IV) envolvidos no controle dos movimentos dos olhos; (2) o quartel general da formação reticular [ver próximo módulo]; (3) núcleos envolvidos na manutenção do tônus muscular e da postura; e (4) a **substância negra**, núcleo que regula a eferência motora dos núcleos da base.

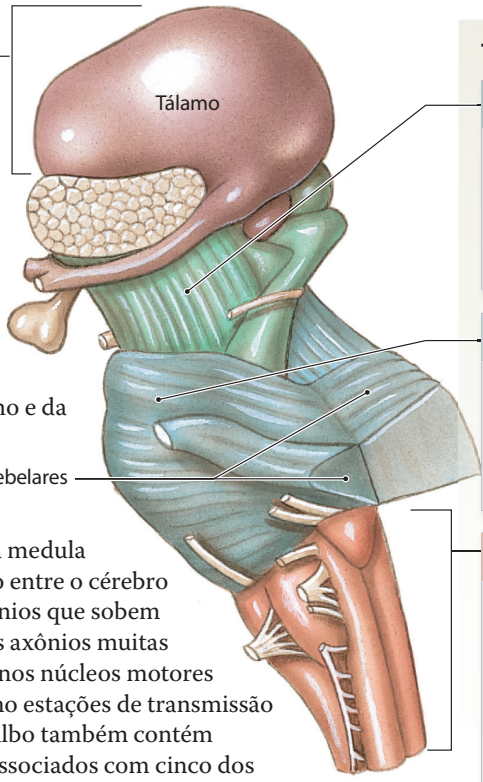
Os **pedúnculos cerebrais** (*pedúnculos,* pés pequenos) contêm feixes descendentes de fibras nervosas. Algumas das fibras descendentes vão ao cerebelo através da ponte e outras carregam comandos motores voluntários emitidos pelo córtex motor primário de cada hemisfério cerebral.



Os *colículos superiores* controlam os movimentos reflexos de olhos, cabeça e pescoço, em resposta a estímulos visuais, como um clarão de luz.

Os *colículos inferiores* controlam movimentos reflexos de cabeça, pescoço e tronco, em resposta a estímulos auditivos, como um ruído alto.

3 A **ponte** liga o cerebelo ao mesencéfalo, ao diencéfalo, ao telencéfalo e à medula espinal por tratos denominados **pedúnculos cerebelares**. Um grupo de núcleos no interior da ponte inclui os núcleos motores e sensitivos para quatro dos nervos cranianos (N V-VIII). Outros núcleos são responsáveis pelo controle involuntário do ritmo e da intensidade da respiração.



Tronco encefálico

Mesencéfalo

- Processa informações visuais e auditivas
- Gera respostas motoras automáticas (reflexos)
- Mantém a consciência

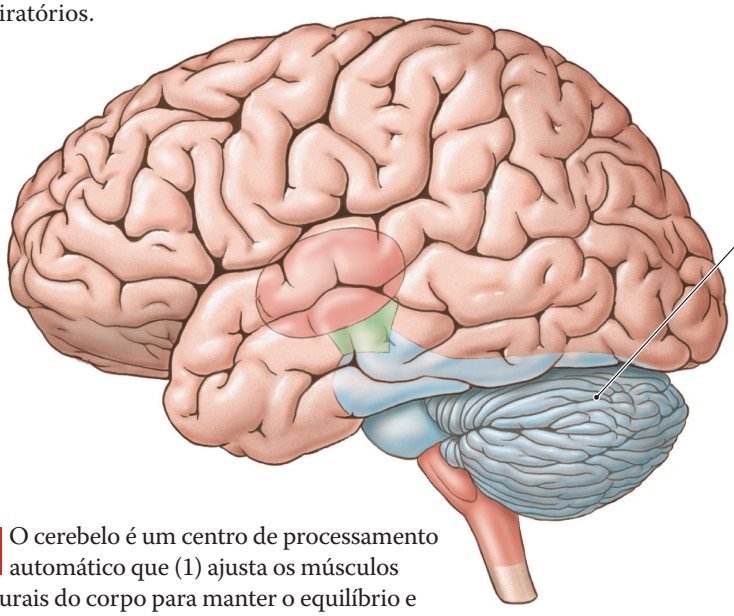
Ponte

- Transmite informação sensitiva ao cerebelo e ao tálamo
- Contém centro somático subconsciente e centro motor visceral

Bulbo

- Transmite informação sensitiva ao tálamo e a outras partes do tronco encefálico
- Contém centros autônomos para regulação da função visceral (atividades dos sistemas cardiovascular, respiratório e digestório)

4 O **bulbo** conecta o cérebro à medula espinal. Toda a comunicação entre o cérebro e a medula espinal envolve os axônios que sobem ou descem através do bulbo. Esses axônios muitas vezes realizam sinapses no bulbo nos núcleos motores ou sensitivos, que funcionam como estações de transmissão e centros de processamento. O bulbo também contém (1) núcleos sensitivos e motores associados com cinco dos nervos cranianos (N VIII-XII); (2) **centros cardiovasculares**, que ajustam a frequência cardíaca, a força das contrações cardíacas e o fluxo do sangue através de tecidos periféricos; e (3) **centros de ritmo respiratório**, que definem o ritmo básico para os movimentos respiratórios.



Cerebelo

- Coordena padrões somáticos motores complexos
- Ajusta a eferência de outros centros motores somáticos no encéfalo e na medula espinal

5 O cerebelo é um centro de processamento automático que (1) ajusta os músculos posturais do corpo para manter o equilíbrio e (2) programa e ajusta movimentos finos controlados nos níveis consciente e subconsciente. Tal como o cérebro, o cerebelo é composto de uma substância branca coberta por uma camada de córtex nervoso denominada *córtex cerebelar*.

Revisão do Módulo 7.11

a. Cite as duas principais regiões do diencéfalo.

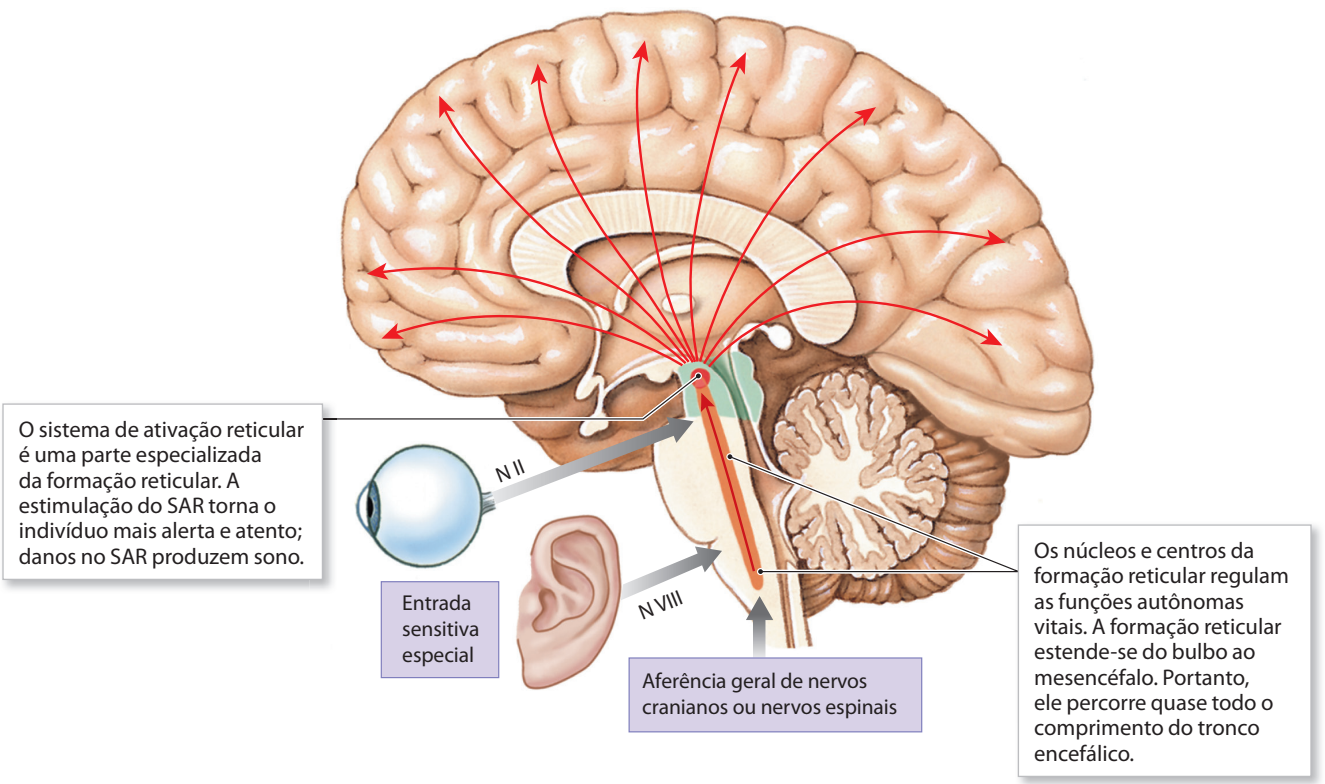
b. Quais são as três regiões do tronco encefálico?

c. Quais são as duas funções do cerebelo?

O sistema de ativação reticular do mesencéfalo é responsável por manter a consciência

O tronco encefálico contém a **formação reticular**, uma rede neural interligada que regula várias funções involuntárias. A formação reticular do mesencéfalo contém o **sistema de ativação reticular (SAR)**. A eferência desse sistema afeta diretamente a atividade do córtex cerebral. Quando o SAR é inativo, também estamos inativos; quando o SAR é estimulado, estamos em estado de atenção ou vigília.

1 Esse corte sagital mediano diagramático do encéfalo mostra como a formação reticular estende-se por grande parte do tronco encefálico. Aferências vindas de uma variedade de vias sensitivas são levadas através da formação reticular para o sistema de ativação reticular, que, por sua vez, estimula grandes áreas do córtex cerebral.



Depois de muitas horas de atividade, a formação reticular torna-se menos sensível ao estímulo. A pessoa se torna menos alerta e mais letárgica, eventualmente, perdendo a consciência e começando a dormir. O sono pode ser interrompido por qualquer estímulo suficiente para ativar a formação reticular e o SAR. Ao longo do tempo, o tamanho do estímulo necessário para despertá-lo diminui gradualmente.

Revisão do Módulo 7.12

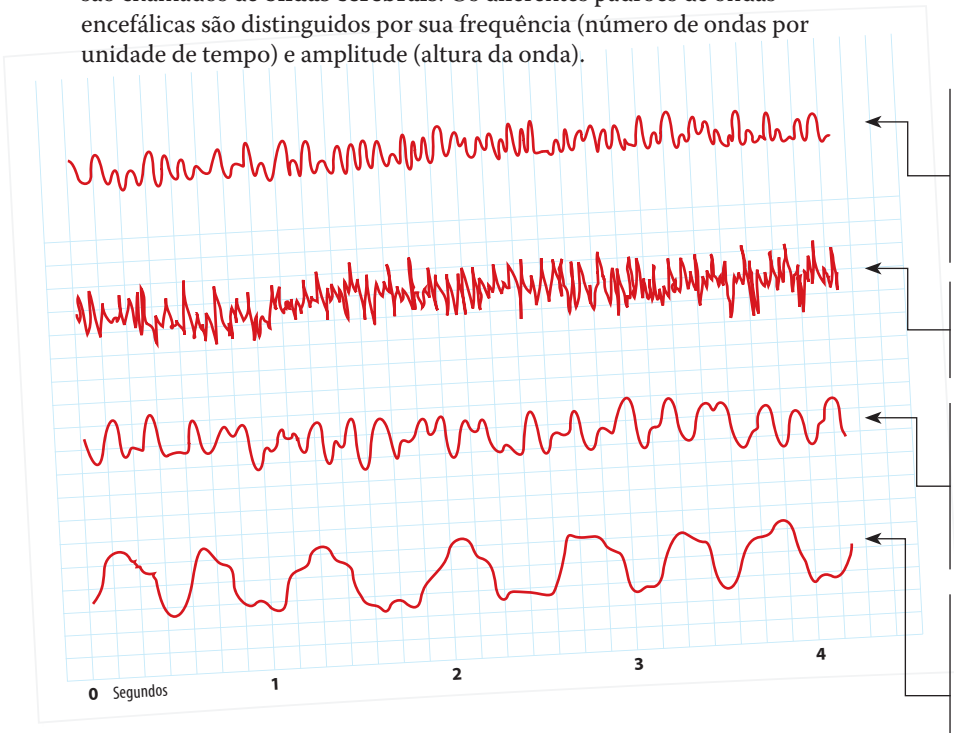
a. Descreva a formação reticular.

b. Descreva o sistema de ativação reticular (SAR).

c. Você está dormindo e o seu SAR é subitamente ativado. O que acontecerá?

A atividade encefálica pode ser monitorada com o uso de eletrodos externos. O registro desse monitoramento recebe o nome de eletroencefalograma ou EEG

1 A função neural depende de impulsos elétricos e o encéfalo contém bilhões de neurônios e axônios da substância branca central. A atividade encefálica gera, em qualquer momento, um campo elétrico que pode ser medido pela aplicação de eletrodos no couro cabeludo. A atividade elétrica muda constantemente, enquanto os núcleos e as áreas corticais são estimulados ou acalmados. O **eletroencefalograma (EEG)** é um relatório impresso da atividade elétrica do encéfalo. Os padrões elétricos observados são chamados de **ondas cerebrais**. Os diferentes padrões de ondas encefálicas são distinguidos por sua frequência (número de ondas por unidade de tempo) e amplitude (altura da onda).



As **ondas alfa** ocorrem no encéfalo de adultos saudáveis acordados que estejam descansando com os olhos fechados. As ondas alfa desaparecem durante o sono, mas também desaparecem quando o indivíduo começa a concentrar-se em alguma tarefa específica.

As **ondas beta** são ondas de frequência mais alta, comuns em indivíduos ou em casos de concentração em alguma tarefa, sob estresse, ou em um estado de tensão psicológica.

As **ondas teta** podem aparecer por um curto período durante o sono em adultos normais, mas são mais observadas em crianças e em adultos com alguma frustração intensa. A presença das ondas teta em outras circunstâncias pode indicar a presença de um distúrbio cerebral, tal como um tumor.

As **ondas delta** são ondas de grande amplitude e de baixa frequência. São normalmente observadas durante o sono profundo em indivíduos de todas as idades. As ondas delta também são vistas nos cérebros de crianças (ainda em desenvolvimento) e em adultos acordados quando um tumor, um bloqueio vascular ou uma inflamação danificou partes do cérebro.

A atividade elétrica nos dois hemisférios é geralmente sincronizada por um mecanismo de "marca-passo" que parece envolver o tálamo. A falta de sincronia entre os hemisférios pode, portanto, indicar a existência de danos ou de outras anomalias cerebrais localizadas. Um tumor ou uma lesão que afeta um hemisfério, por exemplo, normalmente altera o padrão naquele hemisfério, e os padrões dos dois hemisférios já não estão mais alinhados. A **convulsão** é um distúrbio cerebral temporário, acompanhado de movimentos anormais, sensações estranhas e comportamento inadequado, ou uma combinação desses sinais e sintomas. Condições clínicas caracterizadas por convulsões são conhecidas como **epilepsias**. Convulsões de todos os tipos mostram mudanças notáveis em um eletroencefalograma. A mudança começa em uma parte do córtex cerebral, mas pode espalhar-se, em seguida, ao longo de toda a superfície cortical, como uma onda na superfície de um lago.

Revisão do Módulo 7.13

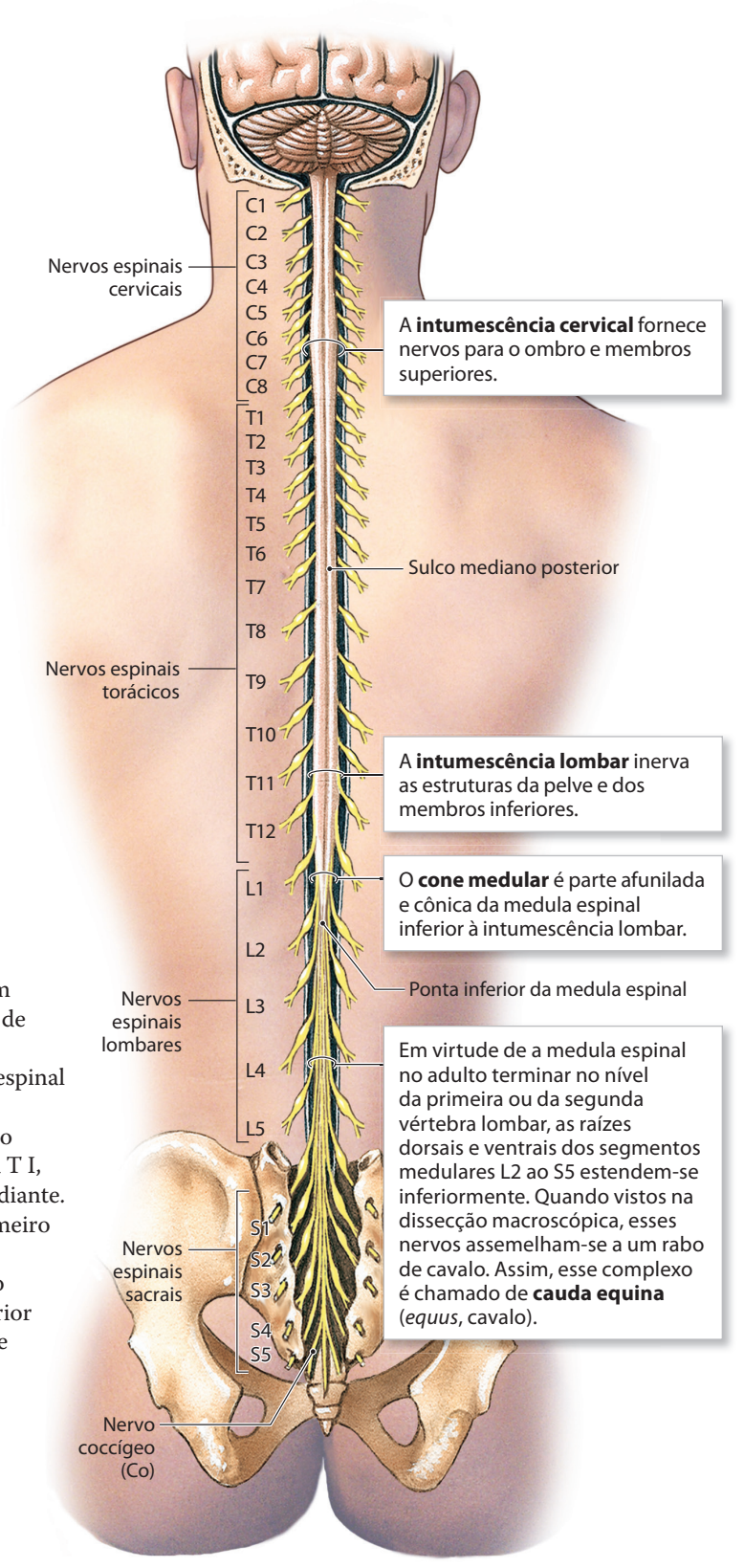
a. Defina eletroencefalograma (EEG) e descreva os quatro tipos de ondas associadas a ele.

b. Você está lendo este livro. Se você realizasse um EEG neste momento, que tipo de onda cerebral você esperaria ver?

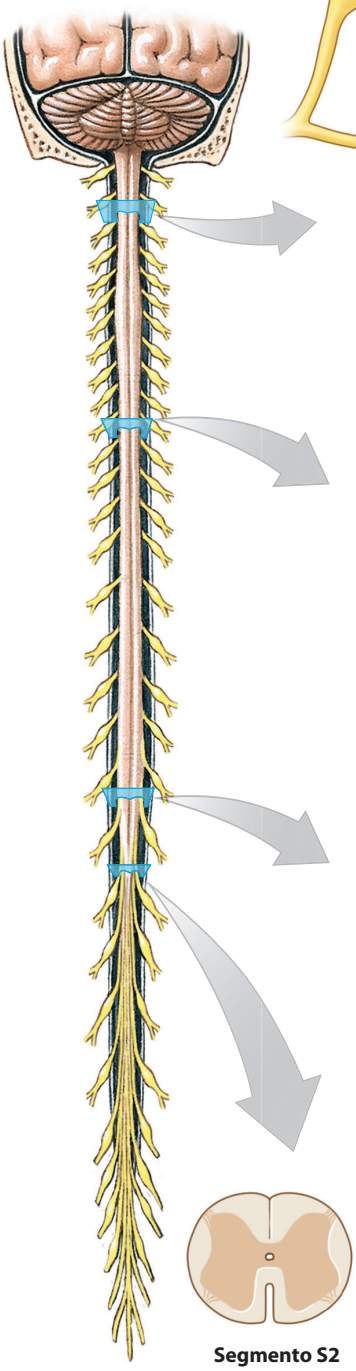
c. Diferencie convulsão de epilepsia.

A medula espinal contém substância cinzenta e substância branca

A medula espinal adulta mede aproximadamente 45 cm de comprimento e tem uma largura máxima de cerca de 14 mm. Em uma vista seccional, tem uma camada externa de substância branca e uma camada interna de substância cinzenta que circunda um canal central pequeno.



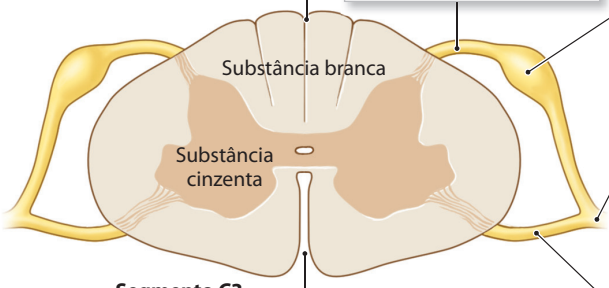
1 A medula espinal completa pode ser dividida em 31 segmentos, cada um dando origem a um par de nervos espinais. Cada par é identificado por sua associação com as vértebras adjacentes. Cada nervo espinal inferior à primeira vértebra torácica leva o nome da vértebra imediatamente superior a ele. Assim, o nervo espinal T1 emerge imediatamente abaixo da vértebra T I, o nervo espinal T2 segue a vértebra T II, e assim por diante. O arranjo é diferente na região cervical porque o primeiro par de nervos espinais, o C1, passa entre o crânio e a primeira vértebra cervical. Por essa razão, cada nervo cervical leva o nome da vértebra imediatamente inferior a ele. Em outras palavras, o nervo cervical C2 precede a vértebra C II, e o mesmo sistema é utilizado para o resto da série cervical. A transição de um sistema de numeração para outro ocorre entre a última vértebra cervical e a primeira vértebra torácica. O nervo espinal encontrado nessa localização recebe o nome de C8. Portanto, embora existam apenas sete vértebras cervicais, existem oito nervos cervicais.



O **sulco mediano posterior** é um sulco longitudinal raso sobre a superfície posterior (dorsal) da medula espinal.

A **raiz dorsal** contém os axônios dos neurônios cujos corpos celulares estão no gânglio da raiz dorsal.

O **gânglio da raiz dorsal** contém os corpos celulares de neurônios sensitivos cujos axônios transportam informações para a medula espinal. Cada segmento da medula espinal tem um par de gânglios da raiz dorsal, um em cada lado.

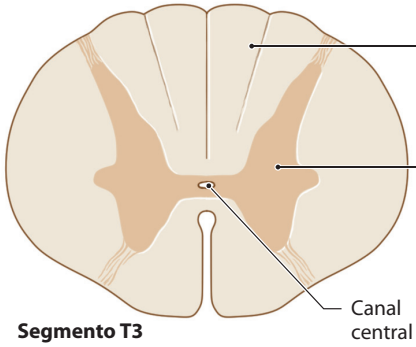


Segmento C3

Um único **nervo espinal** contém os axônios dos neurônios sensitivos e motores. As fibras sensitivas entram no SNC através da raiz dorsal. As fibras motoras emergem do SNC, de dentro da raiz ventral.

A **raiz ventral** contém os axônios dos neurônios motores que se estendem para a periferia para controlar os efetores somáticos e viscerais.

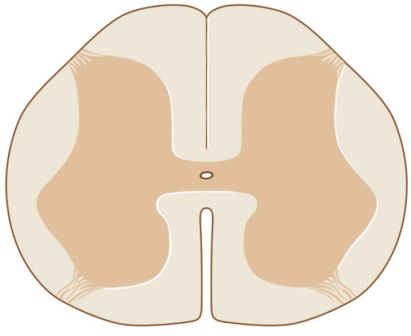
A **fissura mediana anterior** é um sulco profundo ao longo da superfície anterior (ventral).



Segmento T3

A **substância branca** superficial é dominada pelos axônios mielinizados.

A **substância cinzenta** (dominada pelos corpos celulares de neurônios, neuróglia e axônios não mielinizados) circunda o canal central estreito e forma um H ou a figura de uma borboleta.



Segmento L1

Perceba que a medula em si é menor que a coluna vertebral – a medula espinal adulta termina entre as vértebras L I e L II. Depois dos 4 anos de idade, a coluna vertebral continua a se alongar, mas a medula espinal não. Como resultado, as raízes dorsal e ventral gradualmente se alongam, e a correspondência entre o segmento da medula e o segmento da vértebra perde-se.

Segmento S2

2 A medula espinal completa pode ser dividida em 31 segmentos, cada um dando origem a um par de nervos espinais. A quantidade de substância cinzenta é maior nos segmentos da medula espinal dedicados ao controle sensitivo e motor dos membros. Esses segmentos são expandidos, formando as intumescências da medula espinal.

Revisão do Módulo 7.14

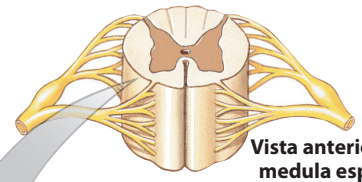
a. Quantos pares de nervos espinais tem uma medula típica, e onde ela termina?

b. Descreva a composição da substância cinzenta da medula espinal.

c. Descreva as características anatômicas gerais de uma seção transversal da medula espinal.

A substância cinzenta é a região de integração, e a substância branca carrega as informações

1 Esta seção transversal mostra a maioria dos pontos de referência anatômicos da medula espinal. Compare essa vista com a vista diagramática a seguir.



Vista anterior da medula espinal

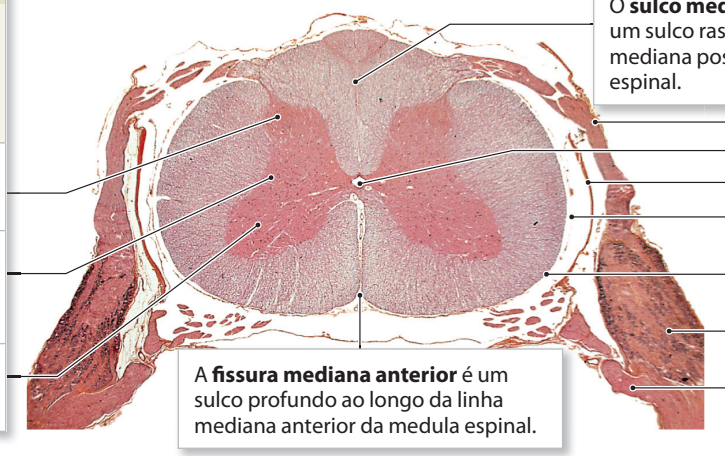
Organização estrutural da substância cinzenta

As projeções da substância cinzenta na direção da superfície externa da medula espinal são chamadas de **cornos**.

O **corno posterior** contém núcleos sensitivos somáticos e viscerais.

O **corno lateral**, localizado apenas nos segmentos torácico e lombar, contém núcleos motores viscerais.

O **corno anterior** contém núcleos motores somáticos.



2 Esta visão diagramática fornece informações adicionais sobre a organização da substância cinzenta e introduz a organização regional da substância branca na medula espinal. Assim como os cornos, a substância branca é organizada de acordo com a região do corpo inervado. A substância branca em cada lado da medula espinal pode ser dividida em três regiões chamadas **funículos**. Esses funículos contêm tratos. Um **trato** é um feixe de axônios no SNC, que é relativamente uniforme com relação ao diâmetro, à mielinização e à velocidade de condução. Todos os axônios dentro de um trato transmitem o mesmo tipo de informação (sensitiva ou motora), na mesma direção. Os **tratos ascendentes** carregam informação sensitiva para o cérebro e os **tratos descendentes** transmitem comandos motores para a medula espinal.

Organização estrutural e funcional da substância branca

O **funículo posterior** situa-se entre os cornos posteriores e o sulco mediano posterior.

O **funículo lateral** inclui a substância branca em ambos os lados da medula espinal, entre as colunas anterior e posterior.

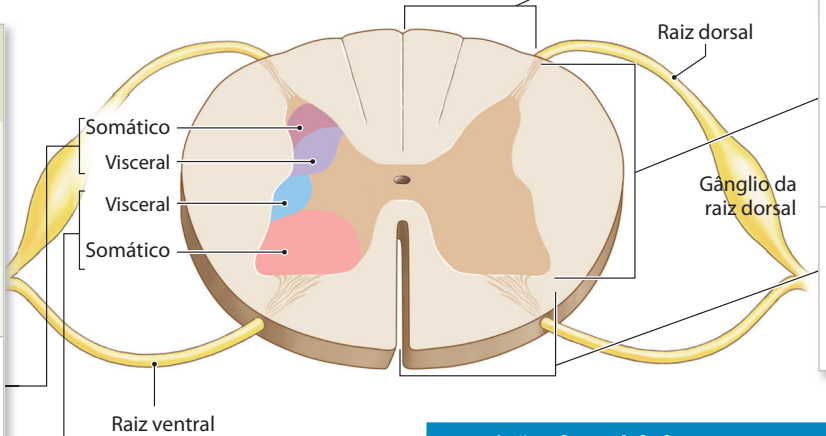
O **funículo anterior** situa-se entre os cornos anteriores e a fissura mediana anterior.

Organização funcional da substância cinzenta

Os corpos celulares dos neurônios da substância cinzenta da medula espinal são organizados em grupos funcionais chamados **núcleos**.

Os **núcleos sensitivos** recebem e transmitem informação sensitiva dos receptores periféricos.

Os **núcleos motores** emitem comandos motores aos efetores periféricos.



Revisão do Módulo 7.15

a. Nomeie os três cornos da medula espinal da substância cinzenta.

b. Diferencie núcleos sensitivos de núcleos motores.

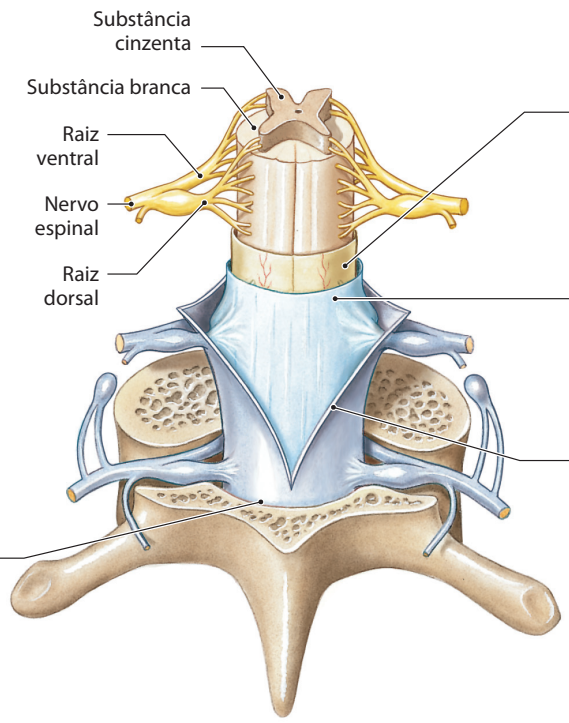
c. Quais são os funículos da substância branca?

A medula espinal é circundada pelas meninges, que consistem em dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter

Os tecidos neurais delicados devem ser protegidos de choques, incluindo contato com as paredes ósseas do canal vertebral, que podem causar danos. As **meninges espinais** (*meninx*, membrana), três camadas de membranas que circundam a medula espinal, fornecem a estabilidade física necessária e também atuam na absorção de choques. Os vasos sanguíneos que se ramificam dentro dessas camadas fornecem oxigênio e nutrientes para a medula espinal. As meninges espinais consistem em dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter. No forame magno do crânio, as meninges espinais são contínuas às meninges, que circundam o encéfalo.

Entre a dura-máter e as paredes do canal vertebral encontra-se o **espaço epidural**, uma região que contém vasos sanguíneos e um preenchimento de proteção de tecido adiposo.

1 Esta vista posterior da medula espinal dissecada mostra as relações básicas entre as meninges espinais.



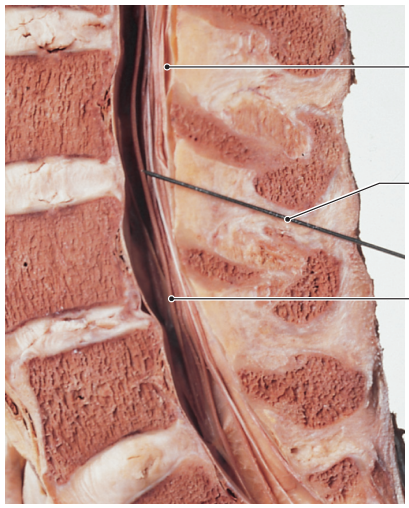
Meninges espinais

A **pia-máter** consiste em uma malha de fibras colágenas e elásticas que é firmemente ligada à superfície da medula espinal.

A **aracnoide-máter** é a camada média meníngea. Inclui o espaço subaracnoide que se estende entre a camada epitelial da aracnoide e a superfície externa da pia-máter.

A **dura-máter** fibrosa e rígida é a camada mais externa que cobre a medula espinal. Um espaço subdural estreito separa a dura-máter da aracnoide-máter.

2 Pequenas amostras do líquido cerebrospinal (LCE) podem ser coletadas em um procedimento chamado de **punção lombar**. Para evitar lesões à medula espinal – que se estende apenas até o nível das vértebras L I ou L II – é inserida uma agulha entre a L II e o sacro. Nessa região, as meninges espinais incluem apenas a cauda equina, relativamente resistente, e um volume significativo de LCE. É recolhida uma pequena quantidade do líquido (de 3 a 9 ml), permitindo que o fluido escorra para fora sob sua pressão própria. As punções lombares são realizadas para que se possa administrar uma raquianestesia, quando existe suspeita de infecção no SNC, ou quando há diagnóstico de dor nas costas aguda, dores de cabeça, problemas no disco e alguns tipos de acidentes vasculares cerebrais.



Revisão do Módulo 7.16

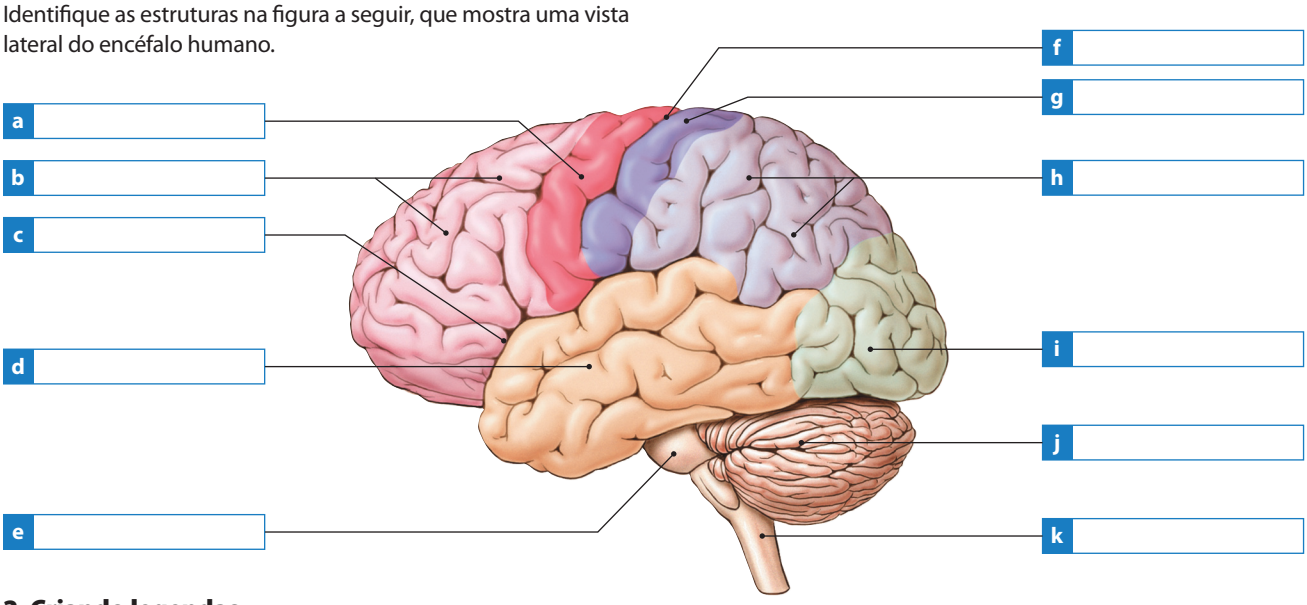
a. Quais são as três camadas das meninges espinais?

b. Onde o espaço epidural está localizado e o que ele contém?

c. Por que a punção lombar é realizada abaixo do nível da vértebra L II?

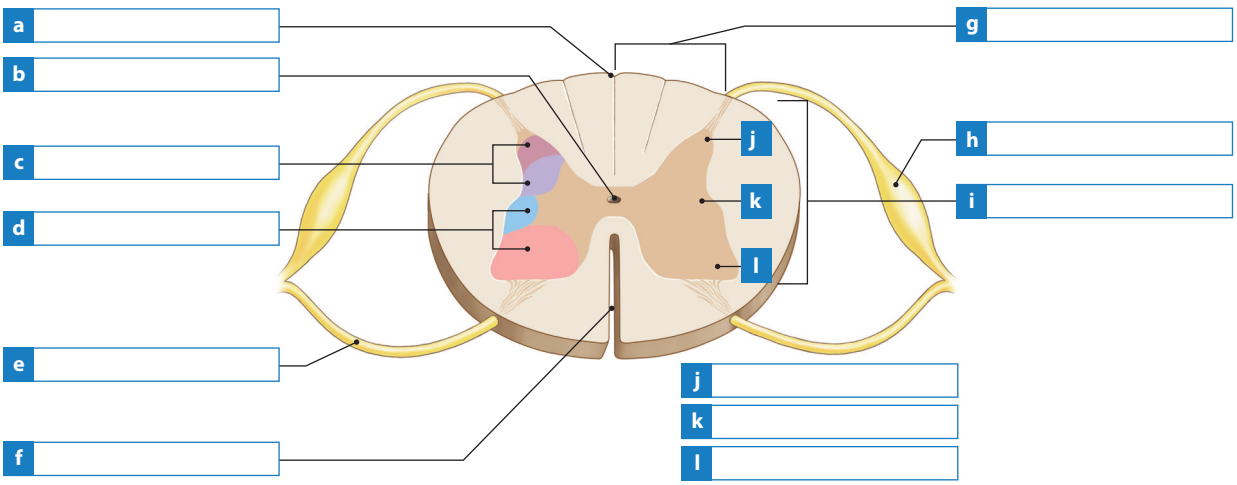
1. Criando legendas

Identifique as estruturas na figura a seguir, que mostra uma vista lateral do encéfalo humano.



2. Criando legendas

Identifique cada uma das estruturas no seguinte diagrama em corte transversal da medula espinal.



3. Vocabulário

Escreva o termo em negrito introduzido nesta seção que corresponde às seguintes definições:

a _____ Regiões de substância branca da medula espinal

b _____ Região cerebral que contém o córtex motor primário

c _____ Região do tronco encefálico que contém centros que ajustam a frequência cardíaca e respiratória

d _____ Membranas especializadas que fornecem estabilidade e suporte à medula espinal e ao cérebro

e _____ Complexo formado pelas longas raízes nervosas dorsal e ventral inferiores à medula espinal

f _____ Ponto de transmissão final para toda informação sensitiva ascendente (exceto a olfativa) que chega à nossa consciência

g _____ Revestimento mais externo da medula espinal

h _____ Centro integrativo do córtex cerebral que prevê consequências de eventos ou ações

i _____ Líquido que circunda e banha o SNC

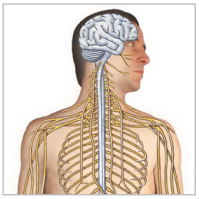
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Neurônios e neuróglia

- receptores
- receptores sensitivos viscerais
- receptores sensitivos somáticos
- receptores sensitivos especiais
- divisão sensitiva (aferente)
- sistema nervoso periférico (SNP)
- processamento de informação
- sistema nervoso central (SNC)
- divisão motora (eferente)
- sistema nervoso somático (SNS)

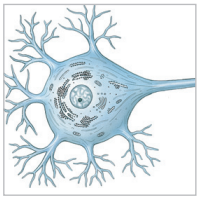


- sistema nervoso autônomo (SNA)
- efetores

7.1

Os neurônios são células nervosas especializadas na comunicação intercelular

- dendritos
- corpo celular
- axônio
- neurotúbulos
- cone de implantação
- colaterais
- terminal axônico
- corpos de Nissl
- filamentos
- sinapse
- célula pré-sináptica
- célula pós-sináptica
- neurônios bipolares

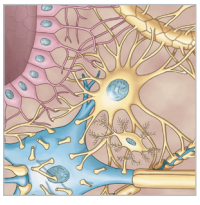


- neurônios unipolares
- neurônios multipolares

7.2

Os oligodendrócitos, os astrócitos, as células ependimárias e a micróglia são neuróglias do SNC

- neuróglia (células gliais)
- células ependimárias
- epêndima
- líquido cerebrospinal (LCE)
- micróglia
- astrócitos
- barreira hemato-encefálica
- oligodendrócitos
- mielina
- bainha de mielina
- mielinizado
- segmento internodal
- nódulos
- substância branca

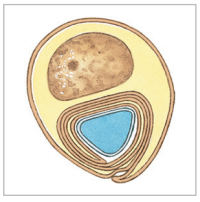


- axônios não mielinizados
- substância cinzenta

7.3

As células de Schwann e as células satélites protegem os axônios e os corpos celulares dos neurônios sensitivos e motores do SNP

- células de Schwann
- neurilema
- células satélites
- gânglios
- neurônios sensitivos
- interneurônios
- neurônios motores
- receptores sensitivos
- receptores internos
- receptores de propriocepção
- receptores externos
- fibras aferentes
- gânglios sensitivos
- neurônios sensitivos
- neurônios sensitivos somáticos
- neurônios sensitivos viscerais

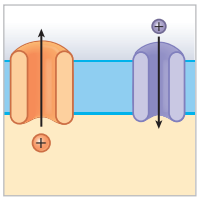


- neurônios motores somáticos
- nervo periférico
- neurônios motores viscerais
- fibras eferentes
- gânglios autônomos
- efetores somáticos
- efetores viscerais

7.4

Toda comunicação e processamento no sistema nervoso dependem de mudanças no potencial de membrana de neurônios individuais

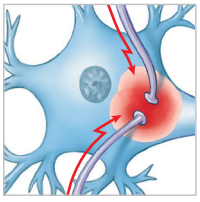
- potencial de membrana
- potencial de repouso
- potencial graduado
- potencial de ação
- atividade sináptica
- neurotransmissores
- processamento das informações



7.5

Um potencial de ação pode afetar outras partes da membrana por meio da condução contínua ou saltatória

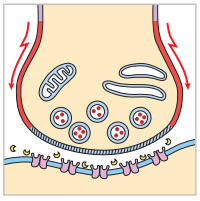
- polarização
- despolarização
- repolarização
- condução contínua
- condução saltatória



7.6

Na sinapse, a informação viaja de uma célula pré-sináptica para uma célula pós-sináptica

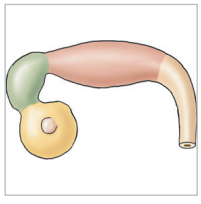
- sinapse
- neurotransmissores
- fenda sináptica
- terminal axônico
- vesículas sinápticas
- membrana pré-sináptica
- membrana pós-sináptica



SEÇÃO 2

Anatomia funcional do sistema nervoso central

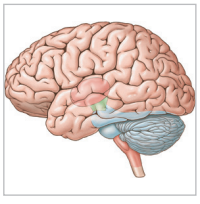
- tubo neural
- diencéfalo
- telencéfalo
- cerebelo
- ponte
- bulbo



7.7

Cada região do encéfalo tem características estruturais e funcionais distintas

- cérebro
- hemisférios cerebrais
- córtex cerebral
- fissuras
- giros
- sulcos
- diencéfalo
- tálamo
- hipotálamo
- tronco encefálico
- mesencéfalo
- ponte
- bulbo
- ventrículos
- ventrículo lateral
- forame interventricular
- terceiro ventrículo
- aqueduto cerebral



- quarto ventrículo
- corpo caloso
- núcleos
- núcleos da base

• = *Termos em negrito neste módulo.*

7.8

As meninges cranianas e o líquido cerebrospinal protegem e sustentam o encéfalo

- meninges cranianas
- dura-máter
- aracnoide-máter
- pia-máter
- pregas durais
- seios durais
- seio sagital superior
- tentório do cerebelo
- foice do cerebelo
- foice do cérebro
- líquido cerebrospinal (LCE)
- plexo coroide

- aberturas laterais
- abertura mediana
- granulações aracnoides

7.9

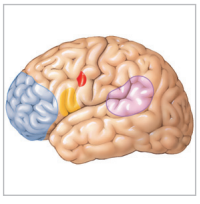
Os pontos de referência superficiais podem ser usados para dividir a superfície do córtex cerebral em lobos

- lobos
- giro pré-central
- sulco central
- lobo frontal
- lobo parietal
- giro pós-central
- sulco lateral
- lobo temporal
- ínsula
- sulco parietoccipital
- lobo occipital

7.10

Os lobos do córtex cerebral contêm áreas com funções específicas

- córtex motor primário
- córtex sensitivo primário
- área de associação
  - ○ córtex motor
- células piramidais
- área de associação motora somática
- córtex gustativo
- córtex olfatório
- ○ córtex auditivo
- córtex auditivo primário
- área de associação auditiva
  - ○ córtex sensitivo
- área de associação sensitiva somática
  - ○ córtex visual
- córtex visual primário
- área de associação visual
- centros integrativos



- centro da fala
- córtex pré-frontal
- campo de visão frontal
- área interpretativa geral
- lateralização hemisférica

7.11

O diencéfalo, o tronco encefálico e o cerebelo contêm estações transmissoras que processam informações fora da nossa consciência

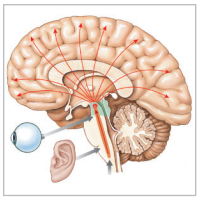
- diencéfalo
- glândula pineal
- tálamo
- hipotálamo
- mesencéfalo
- colículos
- substância negra
- pedúnculos cerebrais
- ponte
- pedúnculos cerebelares
- bulbo

- centros cardiovasculares
- centros de ritmo respiratório

7.12

O sistema de ativação reticular do mesencéfalo é responsável por manter a consciência

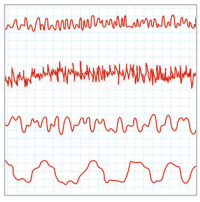
- formação reticular
- sistema de ativação reticular (SAR)



7.13

A atividade encefálica pode ser monitorada com o uso de eletrodos externos. O registro desse monitoramento recebe o nome de eletroencefalograma ou EEG

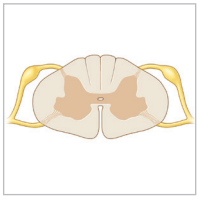
- eletroencefalograma (EEG)
- ondas cerebrais
- ondas alfa
- ondas beta
- ondas teta
- ondas delta
- convulsão
- epilepsias



7.14

A medula espinal contém substância cinzenta e substância branca

- intumescência cervical
- intumescência lombar
- cone medular
- cauda equina
- sulco mediano posterior
- raiz dorsal
- gânglio da raiz dorsal
- nervo espinal
- raiz ventral
- fissura mediana anterior
- substância branca

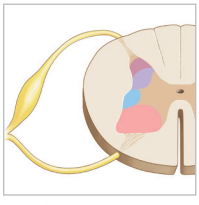


- substância cinzenta

7.15

A substância cinzenta é a região de integração, e a substância branca carrega as informações

- cornos
- corno posterior
- corno lateral
- corno anterior
- sulco mediano posterior
- fissura mediana anterior
- funículos
- trato
- tratos ascendentes
- tratos descendentes
- substância cinzenta
- núcleos
- núcleos sensitivos
- núcleos motores

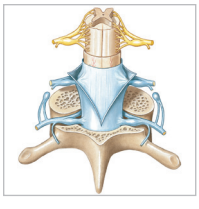


- ○ substância branca
- funículo posterior
- funículo lateral
- funículo anterior

7.16

A medula espinal é circundada pelas meninges, que consistem em dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter

- meninges espinais
- pia-máter
- aracnoide-máter
- dura-máter
- espaço epidural
- punção lombar



• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Biólogo

A PROFISSÃO

O campo profissional das Ciências Biológicas é tão abrangente quanto seus objetos de estudo. E uma das opções mais promissoras é a área médica, na qual o biólogo poderá contribuir principalmente na pesquisa de novos métodos diagnósticos ou terapêuticos, como o mapeamento genético e o estudo das células-tronco. Para realizar esse trabalho, é primordial conhecer a anatomia e a fisiologia humanas, além de biologia molecular e genética. Mesmo que você opte por outra área totalmente diferente, como a Botânica, ainda assim noções básicas serão necessárias, pois a relação entre os humanos e os outros seres vivos poderá ser a base de sua investigação e de seus estudos, como nas relações parasita-hospedeiro.

Saiba mais

Conselho Federal de Biologia – www.cfbio.gov.br

Sociedade Brasileira de Biologia Celular – www.sbbc.org.br

Associação Brasileira de Ensino de Biologia – www.sbenbio.org.br

Essa carreira é ideal para você? O biólogo é, antes de tudo, um grande pesquisador. É preciso analisar detalhadamente seu objeto de estudo. Como os resultados das pesquisas podem demorar e exigir alguns anos de trabalho, cabe ao profissional disciplina, foco e organização para atingir seus objetivos.

Formação A duração média do curso é de quatro anos. Algumas universidades habilitam os alunos em áreas específicas, como a USP-Ribeirão Preto, que oferece aos alunos a opção de ênfase em Biotecnologia, Genética ou Ecologia. Outras, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro, oferecem como habilitação em Biologia um currículo semelhante ao do curso de Biomedicina.

Desde o início da graduação, o aluno entra em contato com as disciplinas de Anatomia e Fisiologia – divididas em Animal, Humana e Vegetal. Além delas, há aquelas relacionadas à Bioquímica, à Estatística e à Biofísica. A grande maioria dos cursos brasileiros oferece, além do bacharelado, a licenciatura, ou seja, prepara o aluno lecionar em escolas e universidades. O estágio em uma instituição educacional é obrigatório. Também é possível cumprir parte da carga obrigatória em laboratórios clínicos ou de outras instituições de pesquisa, viveiros públicos e zoológicos. Especialmente nas universidades públicas há grande incentivo para a pesquisa.

Remuneração média O Conselho Federal de Biologia estabelece, desde 2010, um piso salarial equivalente a seis salários mínimos para uma carga horária de seis horas diárias. Em janeiro de 2014, esse valor correspondia a R$ 4.344,00.

Perspectivas profissionais Caso o curso que você escolha seja o de licenciatura, é possível lecionar Ciências em qualquer estabelecimento de Ensino Fundamental ou Biologia no Ensino Médio em colégios ou em cursos complementares. Ou lecionar em universidades onde é necessário ter mestrado.

O biólogo pode atuar em áreas de preservação ambiental, zoológicos, viveiros de plantas e animais, órgãos públicos como o Ibama e o Ministério do Meio Ambiente, entre outros. Na área da saúde, há vagas em laboratórios de pesquisa, indústrias farmacêuticas, análises clínicas ou mesmo em hospitais, especializando-se em temas que vão da Patologia à Oncologia.

O Brasil abriga centros de excelência em diversas áreas da Biologia, que empregam profissionais de todo o país, como o Instituto Butantan, em São Paulo, e a Fiocruz, no Rio de Janeiro.

Fontes consultadas:

Grade curricular do curso de Ciências Biológicas da Ufes. Disponível em: <www.cienciasbiologicas.alegre.ufes.br/content/grade-curricular-0>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Matriz curricular do curso de Ciências Biológicas da PUC-MG. Disponível em: <www.pucminas.br/graduacao/index1.php?tipo_form=matriz&pai=1096&codigo=22&pag=1426&PHPSESSID=4b33993094893d1dabfc1699533c4ab5>. Acesso em: 19 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 7 – Questões de revisão

1. Liste todos os locais onde o líquido cerebrospinal (LCE) é encontrado. Quais são as funções do LCE?
2. Faça uma previsão dos efeitos de uma transecção medular em C7. Como esses efeitos se difeririam dos de uma transecção da medular em T10?
3. Quais são as principais diferenças funcionais entre os hemisférios direito e esquerdo do cérebro?
4. Se os neurônios do sistema nervoso carecem de centríolos e são incapazes de se dividir, como uma pessoa pode desenvolver câncer no cérebro?
5. Qual é a parte do cérebro associada com a atividade respiratória e cardíaca?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

8

Sistema nervoso periférico e autônomo

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Sistema nervoso periférico

8.1 Descrever os principais componentes de um nervo espinal e discutir os dermátomos e o herpes-zóster.

8.2 Nomear os 12 pares de nervos cranianos, informar suas funções primárias e identificar as suas áreas de inervação.

8.3 Definir plexo nervoso e identificar os quatro grandes plexos e seus padrões de distribuição.

8.4 Descrever uma via sensitiva e uma via motora.

8.5 Definir reflexos e descrever as etapas do reflexo de estiramento e do reflexo flexor ou de retirada.

8.6 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar a utilidade do teste de reflexo e como os centros superiores controlam as respostas reflexas.

8.7 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever as funções do sistema nervoso na: dor referida, doença de Parkinson, raiva, paralisia cerebral, esclerose lateral amiotrófica, doença de Alzheimer e esclerose múltipla.

SEÇÃO 2 • Sistema nervoso autônomo

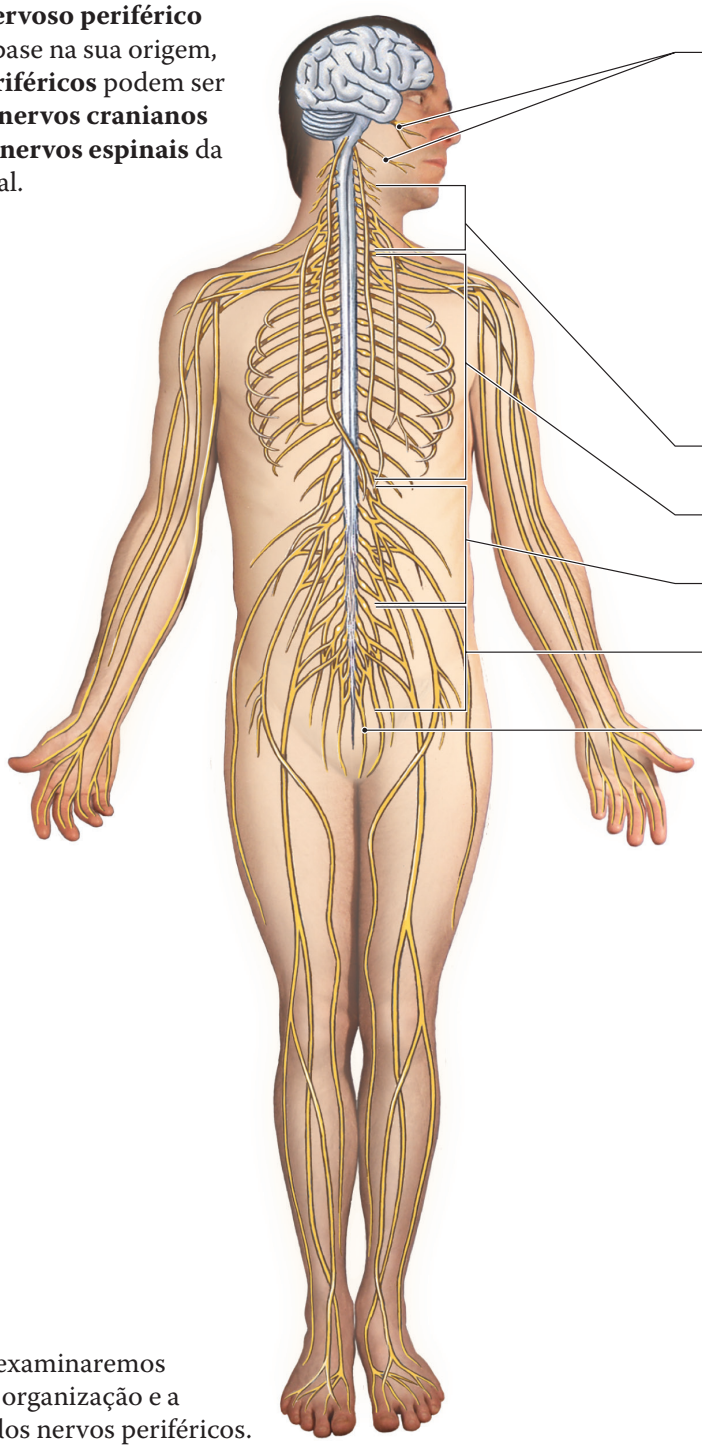
8.8 Descrever a organização e as funções das divisões simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo.

8.9 Descrever os padrões de inervação das divisões simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo.

8.10 Descrever os efeitos da ativação simpática e da estimulação parassimpática, e delinear as características anatômicas e funcionais de cada um em relação à liberação de neurotransmissores.

Sistema nervoso periférico

O sistema nervoso central processa informação sensorial e transmite comandos motores através de uma rede de nervos periféricos chamada de **sistema nervoso periférico (SNP)**. Com base na sua origem, os **nervos periféricos** podem ser divididos em **nervos cranianos** do encéfalo e **nervos espinais** da medula espinal.



Nervos periféricos

Nervos cranianos

Doze pares de nervos cranianos conectam-se diretamente ao encéfalo.

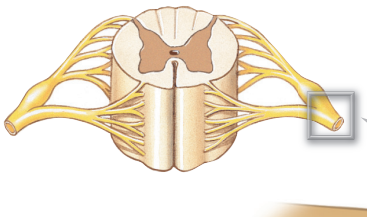
Nervos espinais

Existem 31 pares de nervos espinais. Cada par é identificado a uma vértebra adjacente e está ligado diretamente à medula espinal.

- Nervos espinais cervicais
- Nervos espinais torácicos
- Nervos espinais lombares
- Nervos espinais sacrais
- Nervo coccígeo

Nesta seção, examinaremos a estrutura, a organização e a distribuição dos nervos periféricos.

Os nervos espinais apresentam estrutura anatômica e um padrão de distribuição constante



1 Cada segmento da coluna vertebral está ligado a um par de nervos espinais. Ao redor de cada nervo espinal existe uma série de camadas de tecido conjuntivo, contínua àquelas camadas associadas aos nervos periféricos. Essas camadas, mais bem observadas em vista seccional, são comparáveis àquelas associadas aos músculos esqueléticos.

Camadas de tecido conjuntivo de um nervo espinal

O **epineuro**, ou cobertura mais externa do nervo, é constituído por uma rede densa de fibras de colágeno, formando uma camada de tecido conjuntivo denso.

O **perineuro** consiste em fibras que se estendem do epineuro para a parte mais profunda e dividem o nervo em uma série de compartimentos que contêm feixes de axônios, ou **fascículos**.

O **endoneuro**, a camada mais interna, consiste em tecido conjutivo delicado que se estende desde o perineuro e circunda o axônio individualmente.

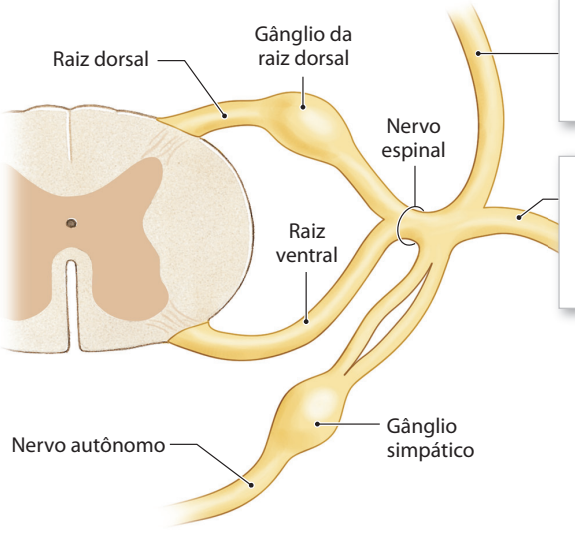
Artérias e veias penetram no epineuro e ramificam-se dentro do perineuro. Os capilares que saem do perineuro ramificam-se no endoneuro e nutrem os axônios e as células de Schwann do nervo e os fibroblastos do tecido conjuntivo.

Fascículo

Célula de Schwann

Axônio mielinizado

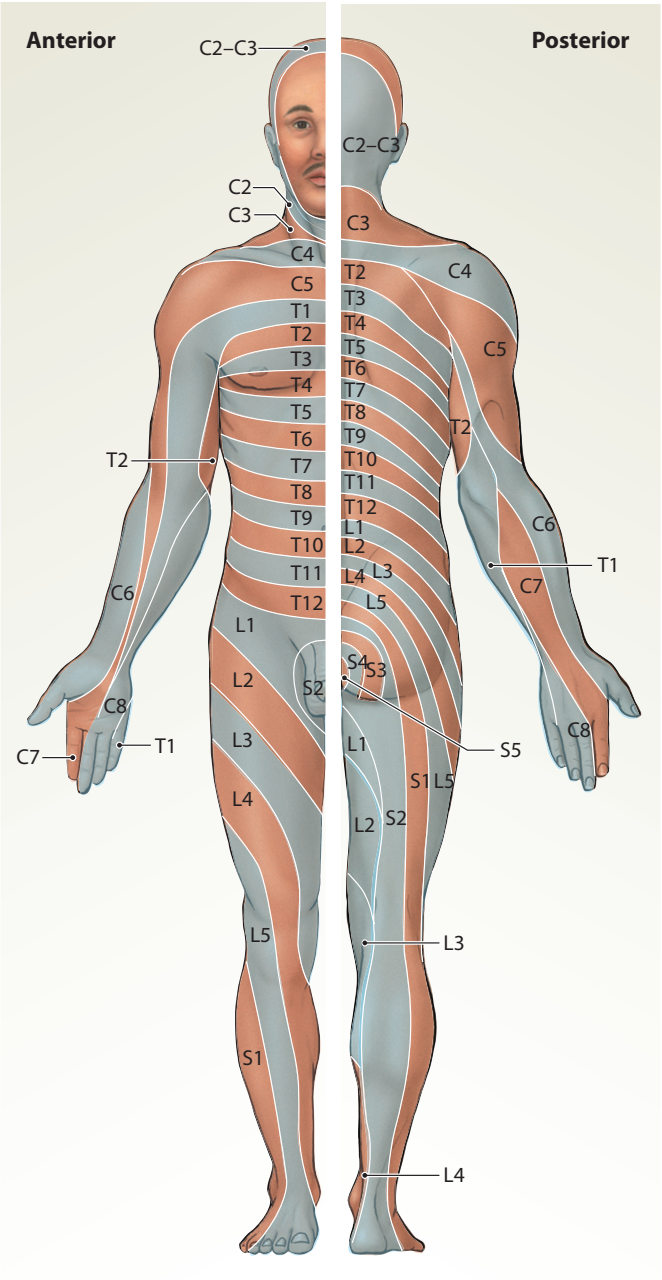
2 Cada nervo espinal divide-se para formar **ramos**. Alguns desses ramos carregam fibras motoras viscerais do sistema nervoso autônomo (SNA). Os nervos espinais dos segmentos torácicos e lombares superiores da medula espinal carregam a eferência motora da **divisão simpática**, que é responsável pela resposta de "luta ou fuga".



O **ramo dorsal** inerva os músculos, as articulações e a pele do dorso.

O **ramo ventral** inerva as estruturas das regiões lateral e anterior do tronco, assim como os membros.

3 A região bilateral específica da superfície da pele, inervada por um único par de nervos espinais, é conhecida como **dermátomo**. Cada par de nervos espinais inerva seu próprio dermátomo, mas os limites entre dermátomos adjacentes sobrepõem-se a um certo grau. O nervo espinal C1 normalmente não emite um ramo sensorial para a pele; quando presente, ele inerva o couro cabeludo juntamente com ramos de C2 e C3. A face é inervada por um par de nervos cranianos. O nervo espinal mais inferior é o nervo coccígeo (Co). Seu dermátomo não é visível nesta figura.



4 Os dermátomos são clinicamente importantes porque os danos ou as infecções do nervo espinal ou gânglio da raiz dorsal produzem uma perda característica de sensibilidade na região correspondente da pele. Além disso, podem aparecer sinais característicos na pele suprida por aquele nervo específico. As erupções de pele mostradas aqui são características de **herpes-zóster** *ou* **zona ou cobreiro**, uma infecção viral dos gânglios da raiz dorsal. O herpes-zóster (derivada da palavra *zoster*, faixa, zona) é causado pelo vírus varicela-zóster (VZV), o mesmo vírus que provoca a varicela. Esse vírus ataca os neurônios no interior das raízes dorsais dos nervos espinais e os gânglios sensitivos dos nervos cranianos, gerando uma erupção bolhasa e dolorosa cuja distribuição corresponde à do nervo sensitivo afetado e seu dermátomo associado. Qualquer pessoa que tenha tido varicela corre o risco de desenvolver herpes-zóster, porque o vírus pode permanecer dormente dentro dos cornos cinzentos anteriores da medula espinal. Não se sabe o que desencadeia a reativação do vírus. Em 2006, a Food and Drug Administration, dos Estados Unidos, aprovou uma vacina (a Zostavax) para uso em pessoas com idade igual ou superior a 60 anos que tiveram catapora.

Revisão do Módulo 8.1

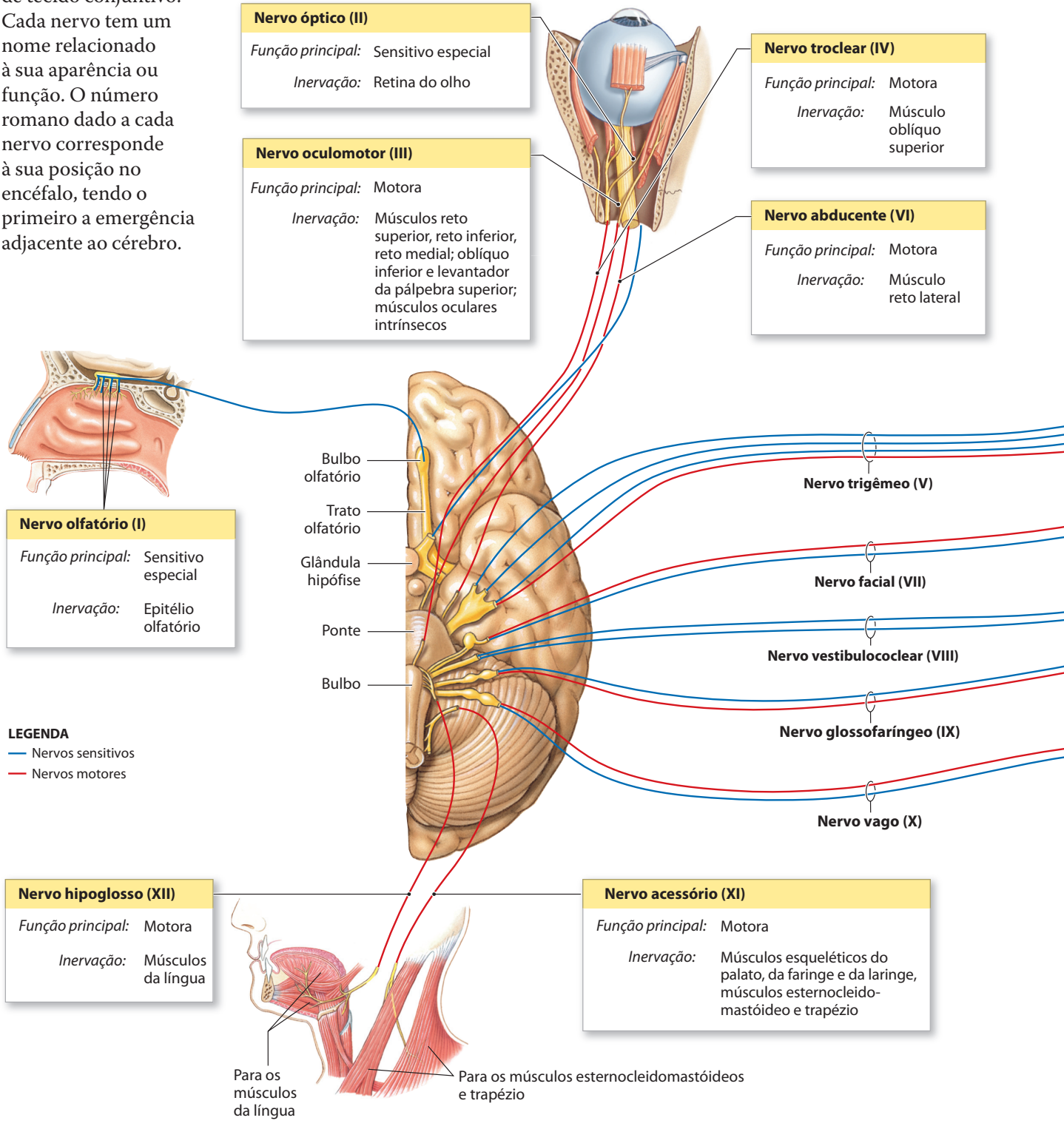
a. Identifique as três camadas de tecido conjuntivo de um nervo espinal e identifique os ramos periféricos principais de um nervo espinal.

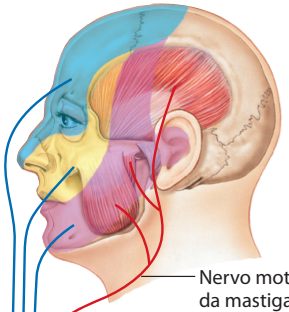
b. Descreva o que é um dermátomo.

c. Explique a etiologia (causa) do herpes-zóster.

Os doze pares de nervos cranianos são classificados como sensitivos, sensitivos especiais, motores ou mistos

Os 12 pares de nervos cranianos fazem parte do SNP, mas eles se conectam diretamente com o encéfalo e são visíveis na sua superfície ventral. Assim como os nervos espinais, os nervos cranianos são envoltos em camadas de tecido conjuntivo. Cada nervo tem um nome relacionado à sua aparência ou função. O número romano dado a cada nervo corresponde à sua posição no encéfalo, tendo o primeiro a emergência adjacente ao cérebro.



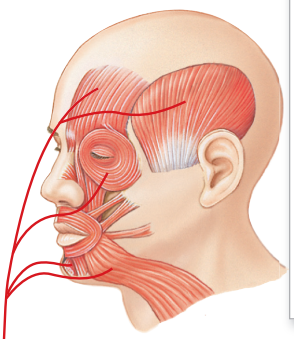


Nervo motor para os músculos da mastigação

Nervo trigêmeo (V)

Função principal: Mista

Inervação: **Sensitiva:** regiões da face, lábios, parte do palato e parte da língua
Motora: músculos associados à mandíbula e à mastigação

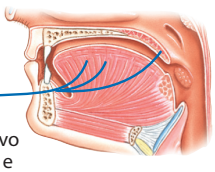


Nervo facial (VII)

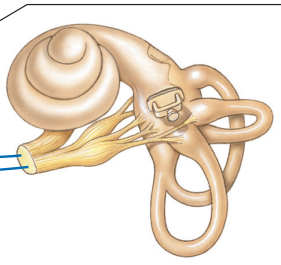
Função principal: Mista

Inervação: **Sensitiva:** receptores gustatórios nos dois terços anteriores da língua
Motora: músculos da expressão facial (mímica), glândula lacrimal, glândulas salivares submandibular e sublingual

Nervo motor para os músculos faciais



Nervo sensitivo para a língua e o palato mole



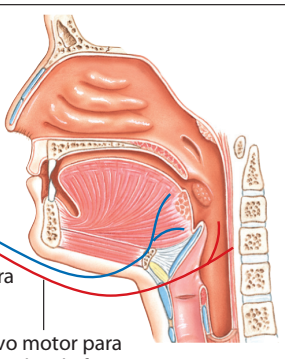
Ramo coclear

Ramo vestibular

Nervo vestibulococlear (VIII)

Função principal: Sensitivo especial

Inervação: Cóclea (receptores para a audição)
Vestíbulo (receptores de movimento e equilíbrio



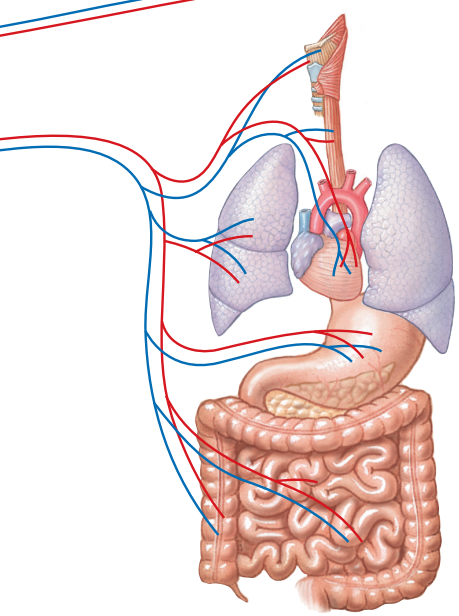
Nervo sensitivo para a região posterior da língua

Nervo motor para os músculos da faringe

Nervo glossofaríngeo (IX)

Função principal: Mista

Inervação: **Sensitiva:** terço posterior da língua; faringe e parte do palato; receptores de pressão sanguínea, pH, concentrações de oxigênio e de gás carbono
Motora: músculos da faringe e glândula salivar parótida



Nervo vago (X)

Função principal: Mista

Inervação: **Sensitiva:** faringe; pavilhão auricular e meato acústico externo; diafragma; órgãos viscerais das cavidades torácica e abdominal
Motora: músculos do palato e da faringe e órgãos viscerais nas cavidades torácica e abdominal

Revisão do Módulo 8.2

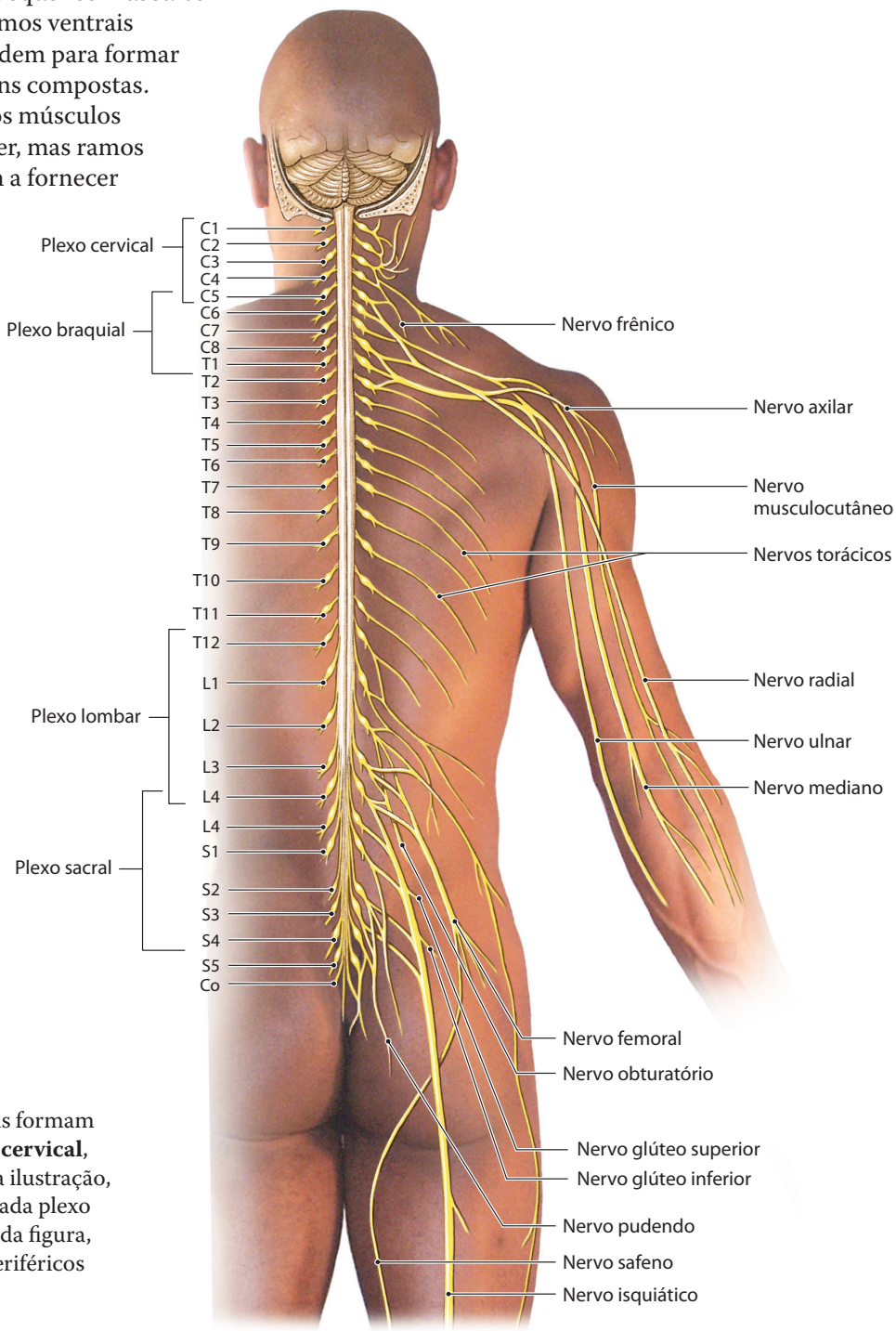
a. Identifique os nervos cranianos por nome e número.

b. Quais são os nervos cranianos que têm apenas funções motoras?

c. Quais são os nervos cranianos mistos?

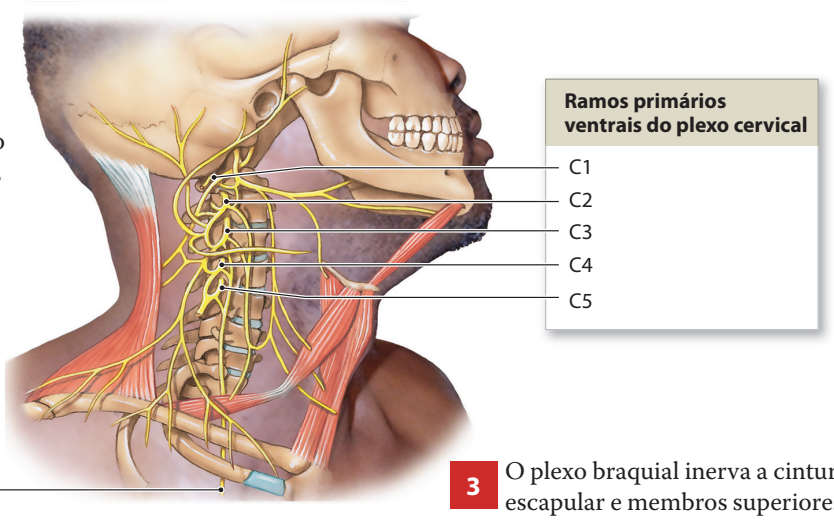
Os nervos espinais formam plexos nervosos que inervam a pele e os músculos esqueléticos

Durante o desenvolvimento, pequenos músculos esqueléticos inervados por ramos ventrais distintos normalmente se fundem para formar músculos maiores, com origens compostas. Os limites anatômicos entre os músculos individuais podem desaparecer, mas ramos ventrais separados continuam a fornecer inervação sensitiva e controle motor a cada parte do músculo composto. À medida que os ventres musculares se agrupam, os ramos primários ventrais dos nervos espinais adjacentes misturam suas fibras, produzindo uma série de troncos nervosos compostos. Tal rede de nervos entrelaçada e complexa é chamada de **plexo nervoso** (*plexus-*, trança).

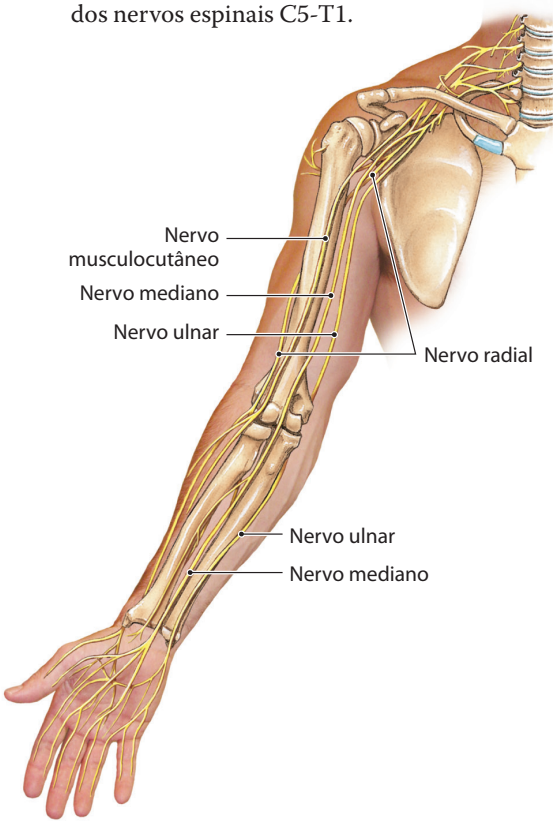


1 Os ramos primários ventrais formam quatro plexos importantes: **cervical**, **braquial**, **lombar** e **sacral**. Nesta ilustração, os nervos espinais que formam cada plexo são mostrados no lado esquerdo da figura, enquanto os principais nervos periféricos são mostrados à direita.

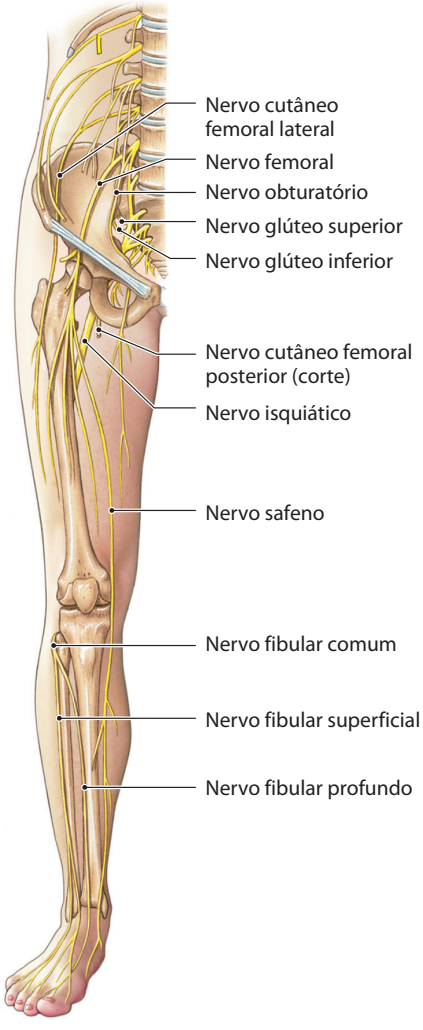
2 O plexo cervical consiste nos ramos primários ventrais dos nervos espinais C1-C5. Os ramos do plexo cervical inervam os músculos do pescoço e estendem-se para dentro da cavidade torácica. O **nervo frênico**, o maior nervo do plexo cervical, fornece o suprimento nervoso completo para o diafragma, um músculo-chave para a respiração. Outros ramos desse plexo nervoso são distribuídos para a pele do pescoço e para a parte superior do tórax.



3 O plexo braquial inerva a cintura escapular e membros superiores, com contribuições dos ramos primários ventrais dos nervos espinais C5-T1.



4 O plexo lombar e o plexo sacral surgem, respectivamente, a partir da coluna lombar e dos segmentos sacrais da medula espinal. Os nervos que começam nesses plexos inervam a cintura pélvica e os membros inferiores.



Revisão do Módulo 8.3

a. Defina plexo nervoso e liste os principais plexos.

b. Qual nervo e de qual plexo que, se lesado, interfere na capacidade respiratória?

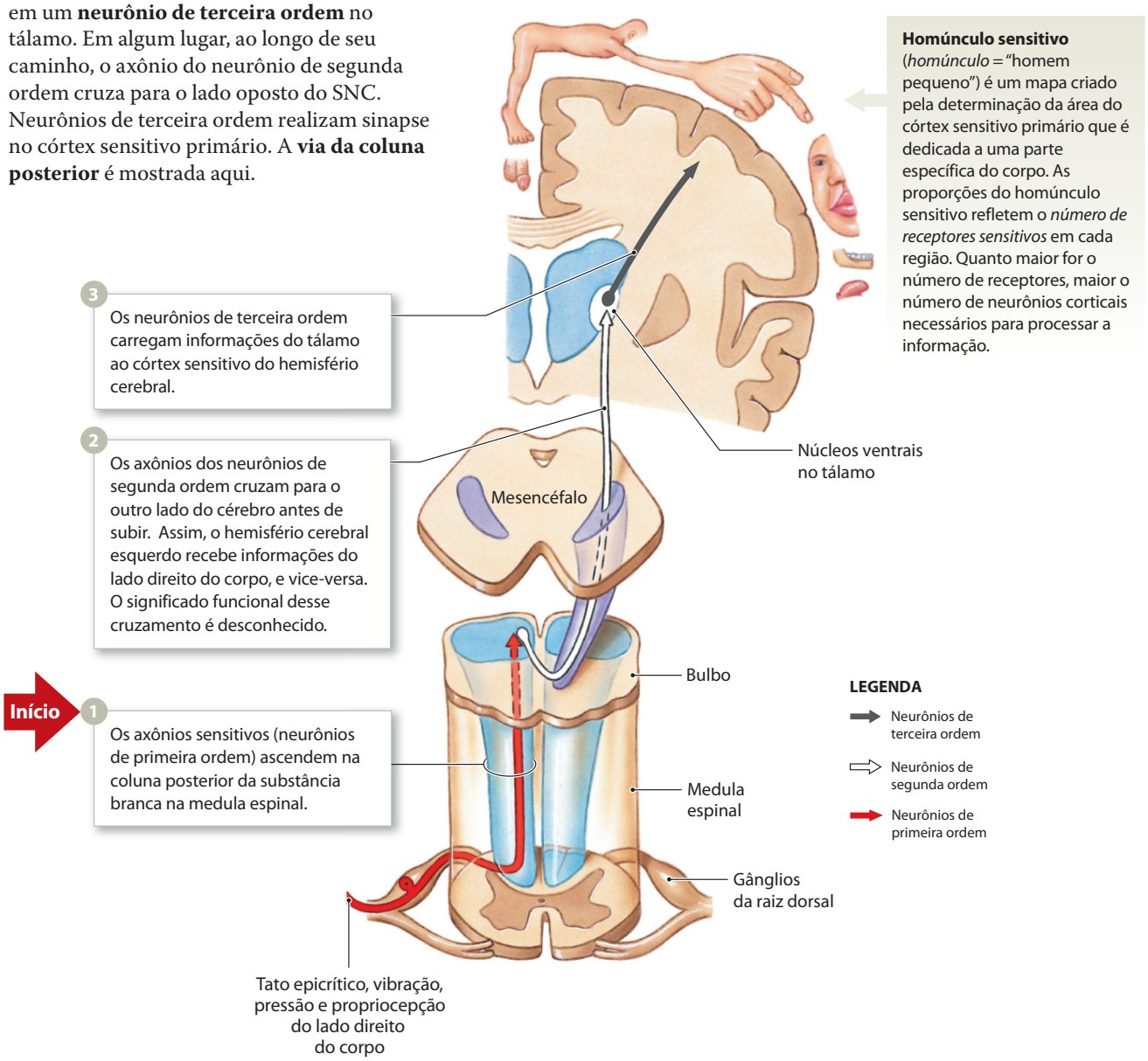
c. Liste os principais nervos do plexo braquial.

As vias sensitivas e motoras transportam informações entre o SNP e os centros de processamento no SNC

Vias sensitivas

A via que passa pela coluna posterior da medula espinal transporta as sensações do tato fino ou epicrítico, pressão, vibração e propriocepção (a sensação de movimentos corporais e posição, especialmente dos membros). A via que proporciona essa informação começa em um receptor periférico e termina no córtex sensitivo primário dos hemisférios cerebrais.

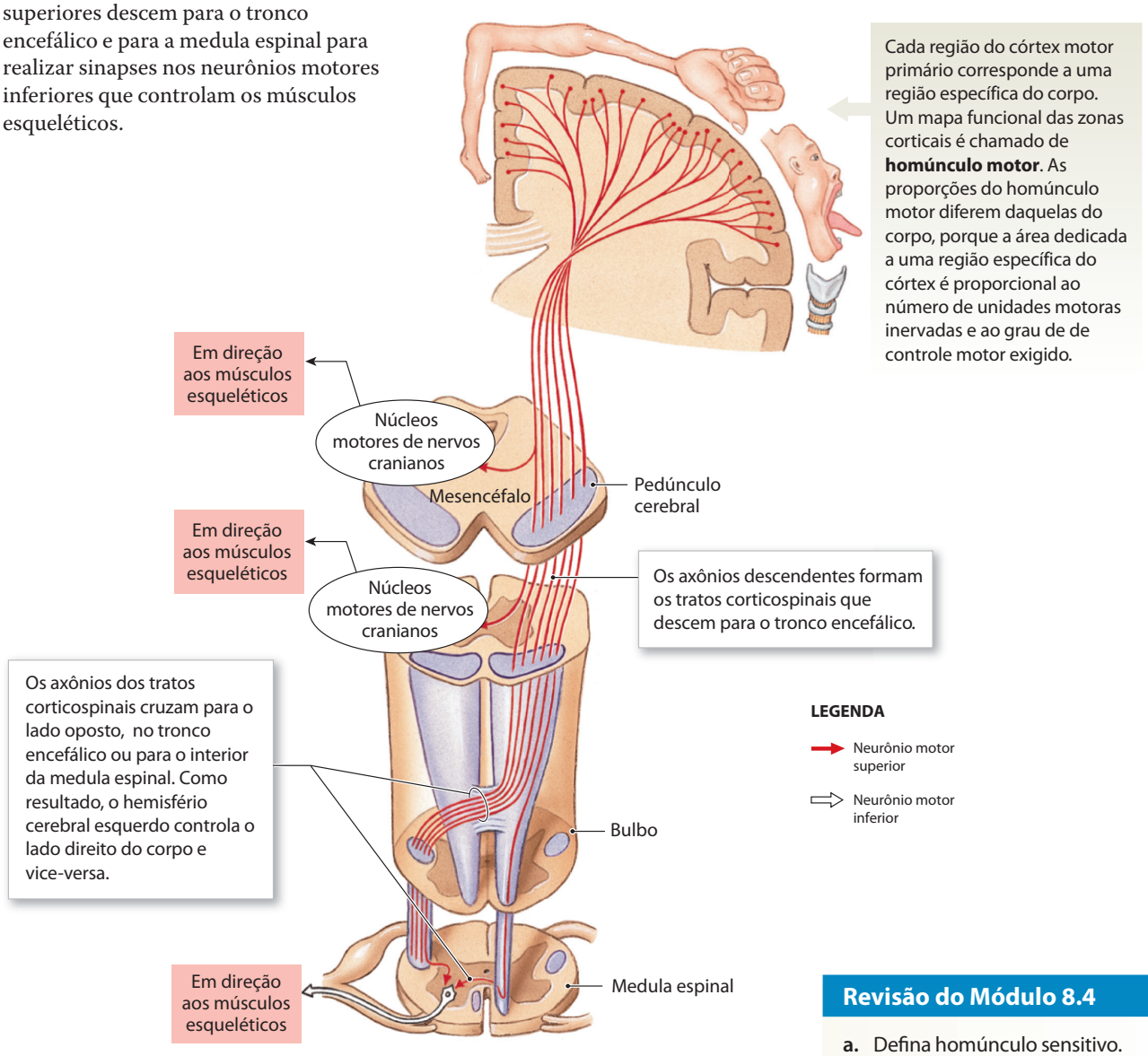
1 Em uma via sensitiva típica, os neurônios sensitivos levam as sensações ao SNC. Os axônios desses **neurônios de primeira ordem** realizam sinapse em interneurônios conhecidos como **neurônios de segunda ordem**, que podem estar localizados na medula espinal ou no tronco encefálico. Se a sensação deve ser consciente, os axônios desses interneurônios realizam sinapse em um **neurônio de terceira ordem** no tálamo. Em algum lugar, ao longo de seu caminho, o axônio do neurônio de segunda ordem cruza para o lado oposto do SNC. Neurônios de terceira ordem realizam sinapse no córtex sensitivo primário. A **via da coluna posterior** é mostrada aqui.



Vias motoras

As vias motoras sempre envolvem pelo menos dois neurônios motores: um **neurônio motor superior**, cujo corpo celular está localizado em um centro de processamento do SNC, e um **neurônio motor inferior**, cujo corpo se encontra em um núcleo do tronco encefálico ou na medula espinal.

2 A **via corticospinal** fornece controle voluntário sobre os músculos esqueléticos. Essa via, às vezes, é chamada de sistema piramidal, pois ela começa em neurônios com corpos celulares em forma de pirâmide no córtex motor primário. Os axônios desses neurônios motores superiores descem para o tronco encefálico e para a medula espinal para realizar sinapses nos neurônios motores inferiores que controlam os músculos esqueléticos.



Revisão do Módulo 8.4

a. Defina homúnculo sensitivo.

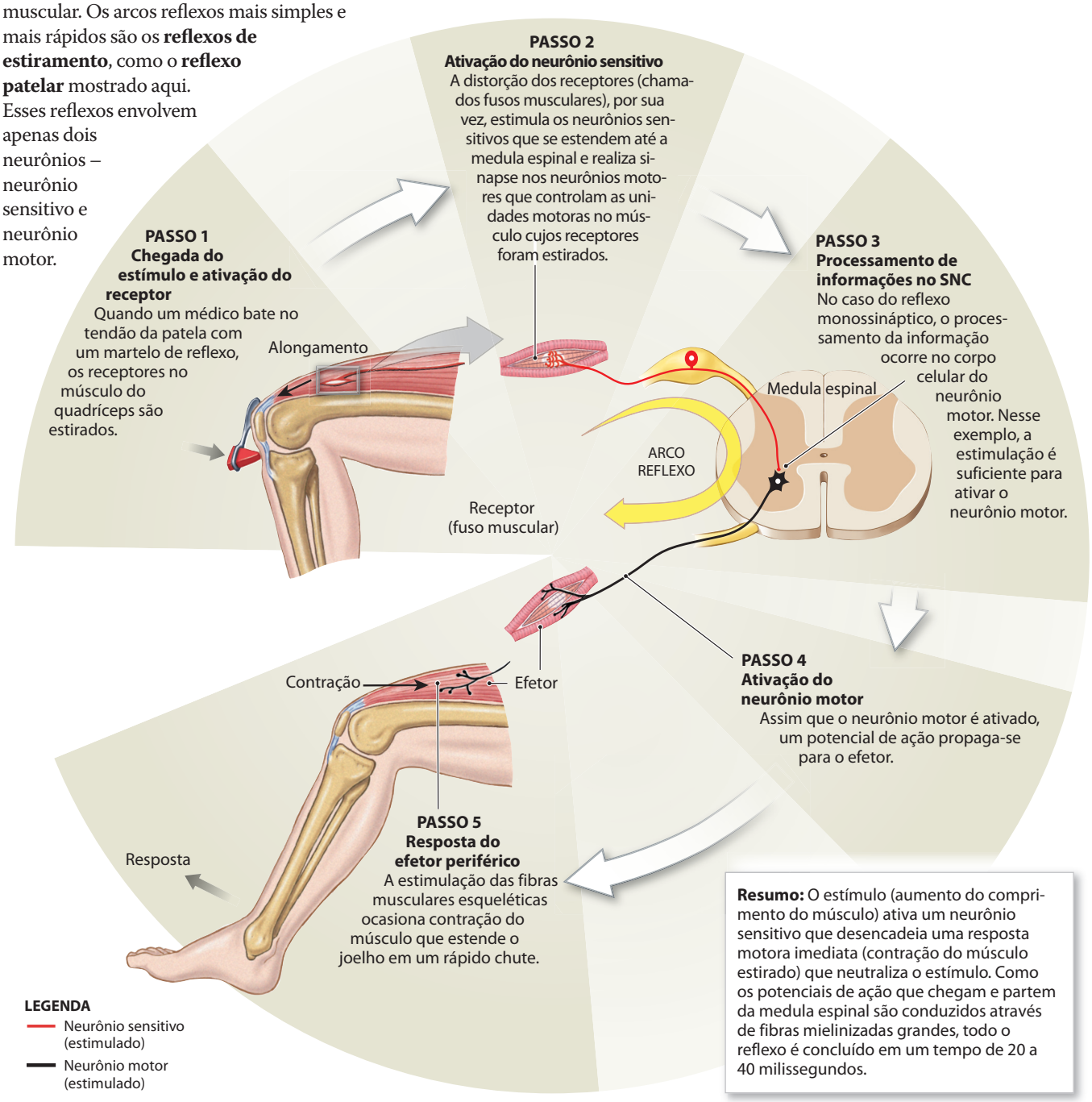
b. Defina via corticospinal.

c. Qual lado do corpo o hemisfério cerebral direito controla?

Os reflexos são respostas rápidas e automáticas aos estímulos

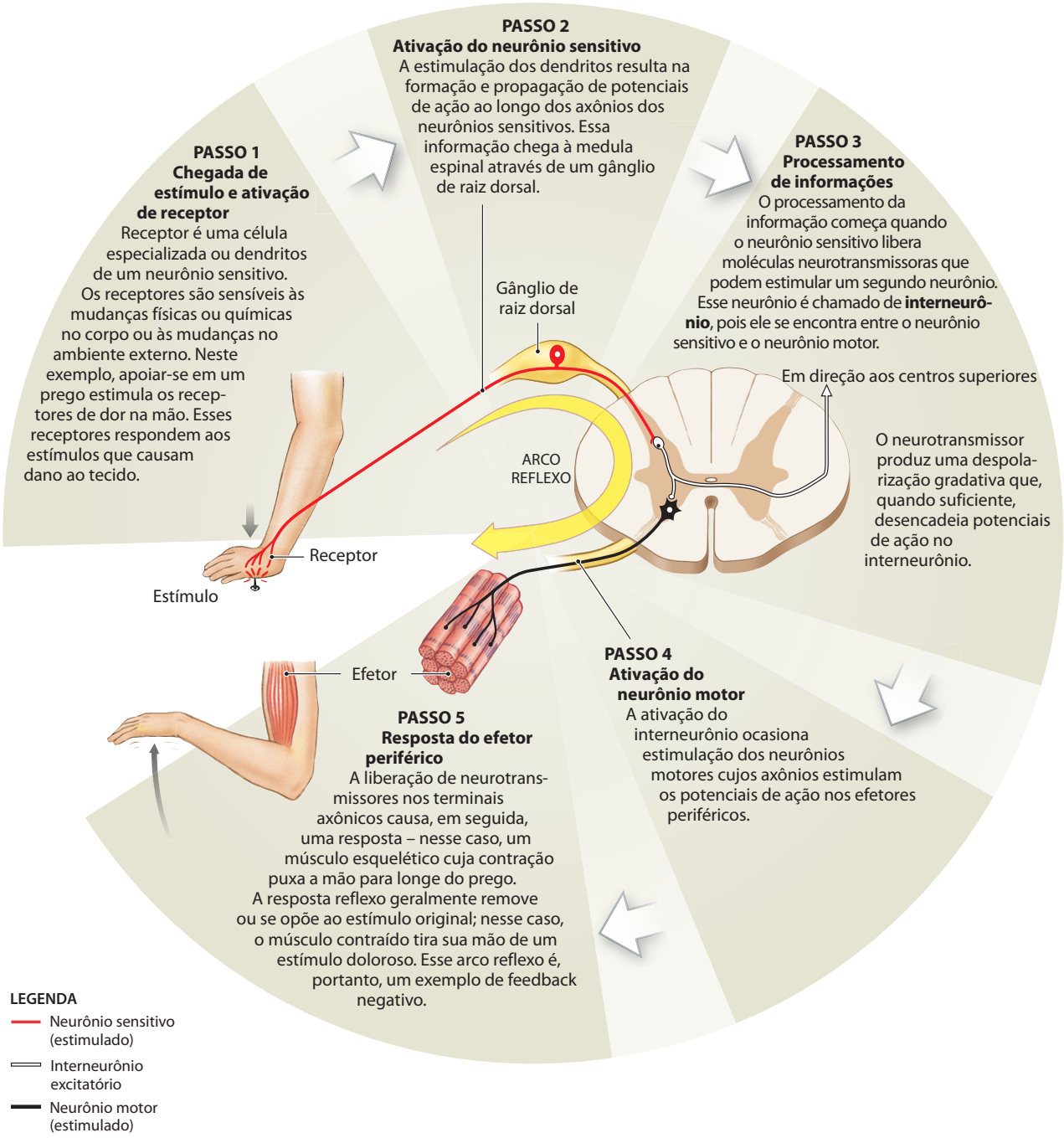
Os **reflexos** são respostas rápidas e automáticas aos estímulos específicos. Os reflexos preservam a homeostase, fazendo ajustes rápidos na função de órgãos ou nos sistemas orgânicos. A resposta mostra pouca variabilidade: cada vez que um reflexo especial é ativado, ele geralmente produz a mesma resposta motora.

1 O caminho nervoso de um único reflexo é chamado de **arco reflexo**. Um arco reflexo começa em um receptor e termina em um efetor periférico, como uma fibra muscular. Os arcos reflexos mais simples e mais rápidos são os **reflexos de estiramento**, como o **reflexo patelar** mostrado aqui. Esses reflexos envolvem apenas dois neurônios – neurônio sensitivo e neurônio motor.



Resumo: O estímulo (aumento do comprimento do músculo) ativa um neurônio sensitivo que desencadeia uma resposta motora imediata (contração do músculo estirado) que neutraliza o estímulo. Como os potenciais de ação que chegam e partem da medula espinal são conduzidos através de fibras mielinizadas grandes, todo o reflexo é concluído em um tempo de 20 a 40 milissegundos.

2 Os reflexos mais complexos envolvem múltiplos neurônios, que podem transmitir informações sensitivas e resposta reflexa a outros neurônios e centros na medula espinal e no encéfalo. O **reflexo de retirada** move as partes afetadas do corpo para longe de um estímulo.



Revisão do Módulo 8.5

a. Quais são as características comuns dos reflexos?

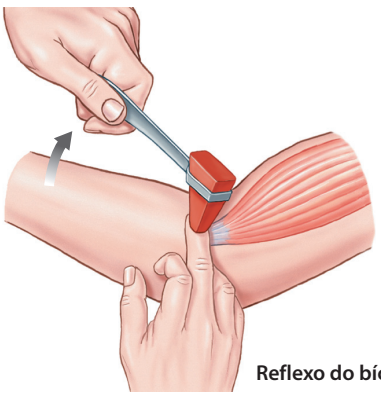
b. Defina reflexo e liste os componentes de um arco reflexo.

c. No reflexo da patela, identifique a resposta observada e os efetores envolvidos.

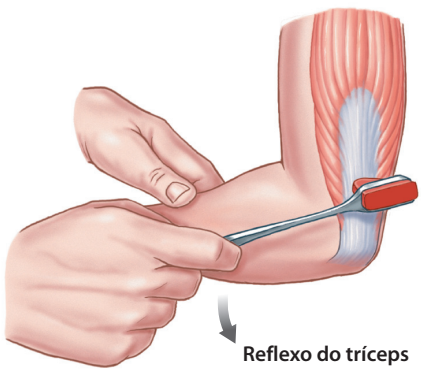
Os reflexos podem ser usados para determinar a localização e a gravidade de lesões ao SNC

As atividades no encéfalo podem ter um efeito profundo sobre o desempenho de um reflexo, facilitando (ajudando) ou inibindo os neurônios motores ou interneurônios envolvidos. A facilitação dos neurônios motores envolvidos nos reflexos é chamada de **reforço**. Por exemplo, um esforço voluntário para separar mãos entrelaçadas pode produzir reforço nos reflexos de estiramento, como um leve toque na patela produz um forte chute, em vez de uma contração.

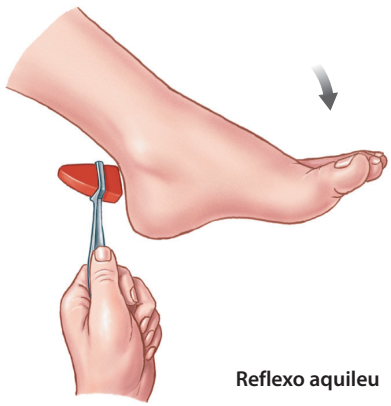
1 O **reflexo do bíceps**, o **reflexo do tríceps** e o **reflexo aquileu** são reflexos de estiramento geralmente testados durante um exame físico. Cada reflexo é controlado por segmentos específicos da medula espinal. Como resultado, testar esses reflexos fornece informações sobre o estado dos segmentos espinais correspondentes. A tabela na página seguinte apresenta informações sobre vários reflexos comumente usados em exames físicos.



Reflexo do bíceps



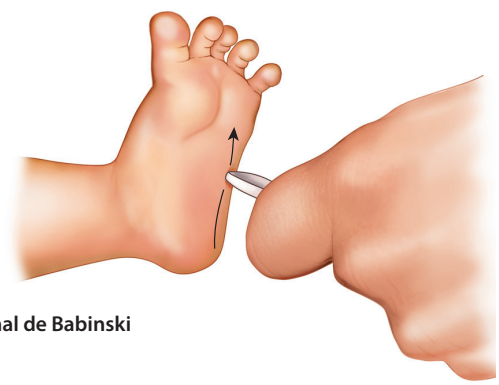
Reflexo do tríceps



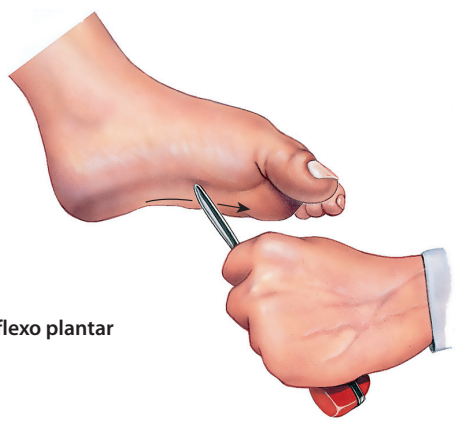
Reflexo aquileu

2 As fibras descendentes também podem ter um efeito inibidor sobre os reflexos espinais. Estimular o pé de uma criança na lateral plantar faz com que ela abra os dedos como se quisesse arejá-los, efeito conhecido como **sinal de Babinski** ou reflexo de Babinski positivo. Essa resposta desaparece à medida que as vias motoras descendentes se desenvolvem, pois tais vias inibem essa resposta reflexo.

3 Em adultos normais, estimular a lateral da planta do pé produz uma ondulação e, após cerca de um segundo, o desejo de flexionar os dedos do pé, o que é chamado de **reflexo plantar** (ou reflexo de Babinski negativo). Se os centros superiores ou os tratos descendentes forem danificados, o sinal de Babinski reaparecerá no adulto. Como resultado, esse reflexo é frequentemente testado se há suspeita de lesão do SNC.

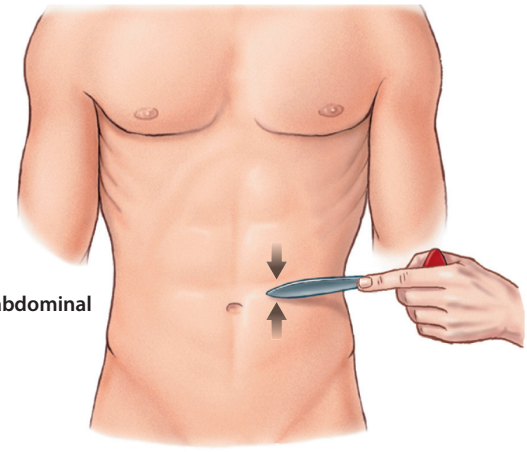


Sinal de Babinski



Reflexo plantar

4 O **reflexo abdominal** depende da facilitação descendente, em vez da inibição descendente. Nesse reflexo, visto em adultos normais, um leve toque na pele produz uma contração reflexa nos músculos abdominais, que movem o umbigo em direção ao estímulo. A ausência de um reflexo abdominal pode indicar danos dos tratos descendentes.



Reflexo abdominal

5 Esta tabela apresenta os reflexos comuns testados durante uma avaliação clínica, juntamente com os nervos e as regiões da medula espinal examinados por aqueles reflexos.

Reflexos utilizados em testes de diagnóstico

Reflexo	Estímulo	Nervo(s) aferente(s)	Segmento espinal	Nervo(s) eferente(s)	Resposta normal
Reflexo abdominal	Leve toque na pele do abdome	Nervos torácicos	T7-T12 no nível da chegada	Nervos torácicos	Contrações dos músculos do abdome que desviam o umbigo em direção ao estímulo
Reflexo plantar	Estímulo longitudinal na lateral da planta do pé	Nervo tibial	S1, S2	Nervo tibial	Flexão das articulações dos dedos do pé
Reflexo do bíceps	Leve batida no tendão do músculo bíceps braquial próximo a sua inserção	Nervo musculocutâneo	C5, C6	Nervo musculocutâneo	Flexão do cotovelo
Reflexo do tríceps	Leve batida no tendão do músculo tríceps braquial próximo a sua inserção	Nervo radial	C6, C7	Nervo radial	Extensão do cotovelo
Reflexo braquiorradial	Leve batida no antebraço próximo ao processo estiloide do rádio	Nervo radial	C5, C6	Nervo radial	Flexão do cotovelo, supinação e flexão das articulações dos dedos da mão
Reflexo patelar	Leve batida no tendão da patela	Nervo femoral	L2-L4	Nervo femoral	Extensão do joelho
Reflexo aquileu	Leve batida no tendão do calcâneo	Nervo tibial	S1, S2	Nervo tibial	Extensão (flexão plantar) do tornozelo

Revisão do Módulo 8.6

a. Defina reforço no que diz respeito aos reflexos espinais.

b. Qual o propósito dos testes de reflexo?

c. Após lesionar as costas, Tânia, de 22 anos de idade, passa a apresentar o reflexo de Babinski positivo. O que isso implica sobre a sua lesão?

As doenças do sistema nervoso podem resultar de problemas com os neurônios, com as vias nervosas ou uma combinação de ambos

Dor referida

1 A **dor referida** é a sensação de dor distante do foco causador da dor. Um exemplo familiar é a dor de um ataque cardíaco, que é, com frequência, sentida no braço esquerdo. Sensações de fortes dores viscerais chegando a um segmento da medula espinal podem estimular interneurônios que fazem parte da via espinotalâmica. A atividade nesses interneurônios provoca estimulação do córtex sensitivo primário, de modo que o indivíduo sente dor em uma parte específica da superfície do corpo.

Substância negra normal

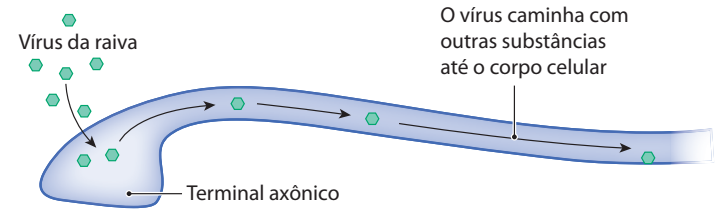
Substância negra reduzida em paciente com a doença de Parkinson

Doença de Parkinson

2 A **doença de Parkinson** ocorre quando os neurônios da substância negra são danificados ou passam a secretar menos dopamina. Os núcleos da base tornam-se mais ativos, o que aumenta o tônus dos músculos esqueléticos, produzindo inflexibilidade e rigidez. Os indivíduos diagnosticados com a doença de Parkinson têm dificuldade para iniciar movimentos voluntários, porque grupos musculares opostos não relaxam e, portanto, eles precisam ser suplantados. Uma vez que um movimento esteja acontecendo, todos os aspectos precisam ser voluntariamente controlados por meio de esforço intenso e concentração.

Raiva

3 A **raiva** é exemplo grave de uma condição clínica diretamente relacionada à comunicação entre o SNP e o SNC envolvendo os axônios periféricos. A mordida de um animal raivoso introduz o vírus da raiva nos tecidos periféricos, através dos quais as partículas virais entram rapidamente nos terminais axônicos e, em seguida, viajam ao longo do axônio e para dentro do SNC – com resultados potencialmente fatais. Muitas toxinas (incluindo metais pesados), algumas bactérias patogênicas e outros vírus também ultrapassam as defesas do SNC dessa mesma maneira.

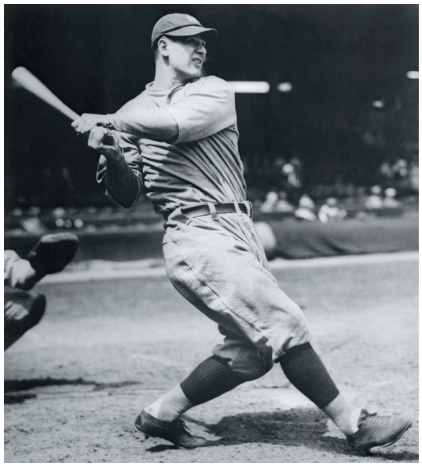


Paralisia cerebral

4 O termo **paralisia cerebral (PC)** refere-se a um número de doenças que afetam o desempenho motor voluntário; elas aparecem ao nascimento ou durante a infância e persistem ao longo da vida dos indivíduos afetados. A causa pode ser trauma associado ao parto prematuro ou estressante, exposição materna às drogas (incluindo álcool), ou defeito genético que resulte em desenvolvimento inadequado das vias motoras.

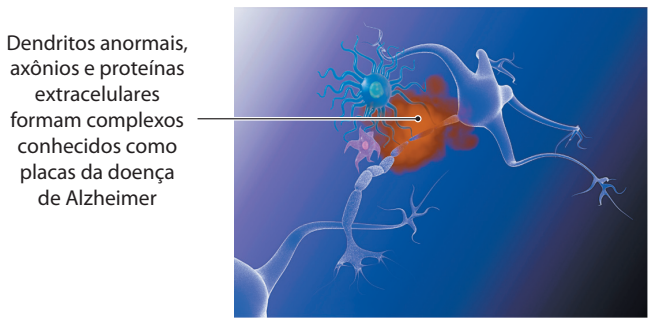
ELA

5 A **esclerose lateral amiotrófica (ELA)** é um distúrbio progressivo e degenerativo que afeta os neurônios motores da medula espinal, o tronco encefálico e os hemisférios cerebrais. A degeneração afeta tanto os neurônios motores superiores como os inferiores. Acredita-se que um defeito no transporte axonal constitui a base dessa doença. Como um neurônio motor e suas fibras musculares associadas estão intimamente relacionados, a destruição de neurônios do SNC causa atrofia dos músculos esqueléticos. Também é conhecida como *doença de Lou Gehrig*, em homenagem ao famoso jogador do New York Yankees que morreu em razão dessa doença. O célebre físico Stephen Hawking também apresenta a mesma condição.



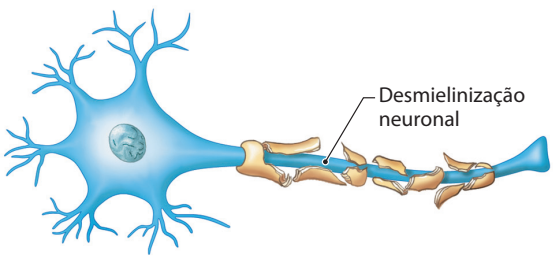
Doença de Alzheimer

6 A **doença de Alzheimer (DA)** é uma doença progressiva caracterizada pela perda das funções cerebrais superiores. É a causa mais comum de **demência senil**, ou senilidade. Os sintomas podem aparecer entre 50 e 60 anos de idade ou mais tarde, embora a doença ocasionalmente afete pessoas mais jovens. Estima-se que 2 milhões de pessoas nos Estados Unidos – incluindo aproximadamente 15% das pessoas com mais de 65 anos de idade e quase metade das pessoas com idade acima de 85 anos – sofrem de alguma das formas da doença, que causa cerca de 100 mil mortes por ano. Exames microscópicos do encéfalo de pacientes com DA revelam anormalidades intracelulares e extracelulares em regiões do cérebro, como o hipocampo, especificamente associadas ao processamento da memória.



Esclerose múltipla

7 A **esclerose múltipla** (*sklerosis*; dureza), ou **EM**, é uma doença caracterizada por episódios recorrentes de desmielinização que afeta os axônios no nervo óptico, no encéfalo e na medula espinal. Sinais e sintomas comuns incluem perda parcial da visão e problemas com a fala, o equilíbrio e a coordenação motora geral – até mesmo o controle do intestino e da bexiga urinária. O tempo entre os episódios e o grau de recuperação varia de caso para caso. Em aproximadamente um terço de todos os casos, a doença é progressiva e a incapacidade funcional aumenta após cada novo episódio. A primeira crise ocorre, em geral, entre 30 e 40 anos de idade; a incidência em mulheres é 1,5 vez maior do que em homens.



Revisão do Módulo 8.7

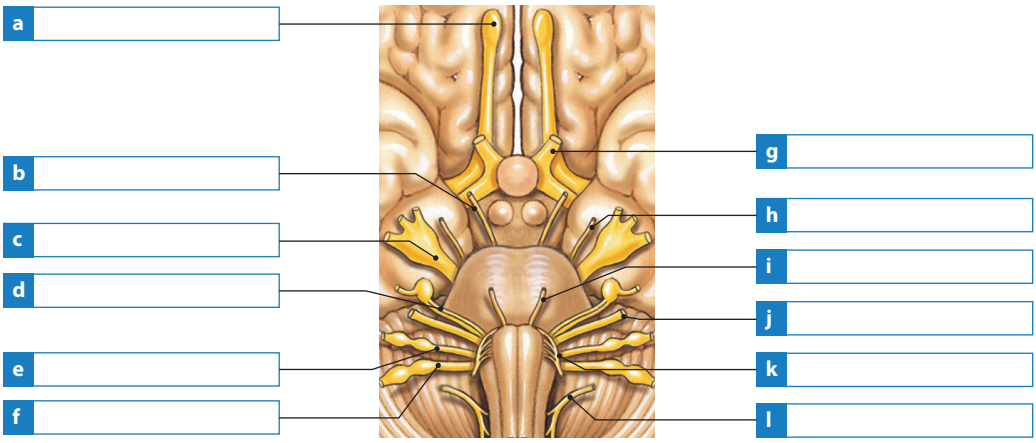
a. Defina o que é dor referida.

b. Descreva como a raiva é contraída.

c. Descreva a esclerose lateral amiotrófica (ELA).

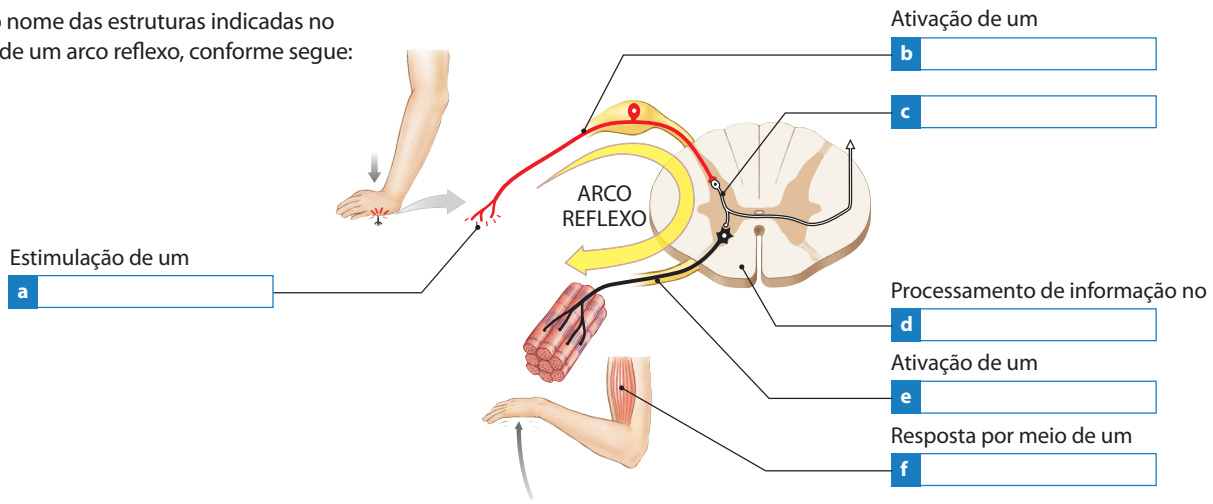
1. Resposta objetiva

Identifique os nervos cranianos na figura a seguir e indique a função de cada um: M = motora; S = sensitiva; ou B = motora e sensitiva.



2. Criando legendas

Coloque o nome das estruturas indicadas no diagrama de um arco reflexo, conforme segue:



3. Vocabulário

Escreva o termo em negrito introduzido nesta seção que corresponde a cada uma das seguintes definições.

a _____ Condição com erupções na pele ao longo de um dermátomo

b _____ Camada de tecido conjuntivo mais externa cobrindo um nervo espinal

c _____ Reflexo geralmente testado quando há suspeita de lesão no SNC

d _____ Nervo que inerva o diafragma

e _____ Rede complexa de ramos primários ventrais entrelaçados

f _____ Via motora que conduz do córtex cerebral à medula espinal

g _____ Via sensitiva que conduz da medula espinal ao córtex cerebral

h _____ Camada mais interna de tecido conjuntivo de um nervo espinal; cobre as células de Schwann

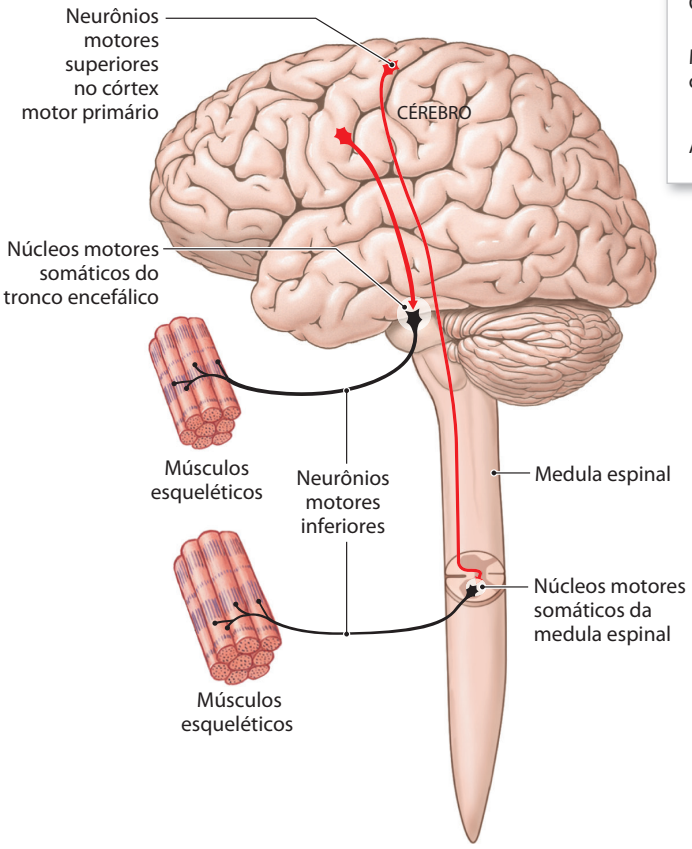
i _____ Condição que aparece ao nascimento ou na infância e afeta o desempenho motor voluntário

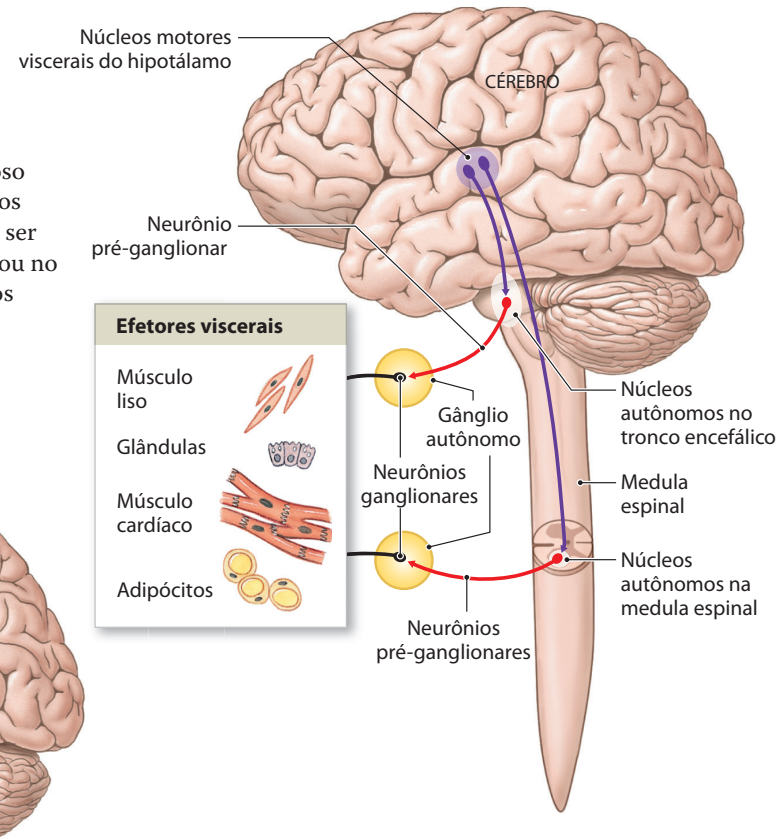
j _____ Melhoria dos reflexos por meio da facilitação dos neurônios motores

Sistema nervoso autônomo

Até agora focamos na organização do **sistema nervoso somático**, ou **SNS**. O SNS proporciona controle consciente e subconsciente dos músculos esqueléticos do corpo. Nesta seção vamos considerar o **sistema nervoso autônomo**, ou **SNA**, que controla a função visceral, essencialmente em nível inconsciente.

1 No SNS, os neurônios motores do sistema nervoso central exercem controle direto sobre os músculos esqueléticos. Os neurônios motores inferiores podem ser controlados por reflexos com base na medula espinal ou no encéfalo, ou pelos neurônios motores superiores, cujos corpos celulares encontram-se dentro de núcleos encefálicos ou no córtex motor primário.



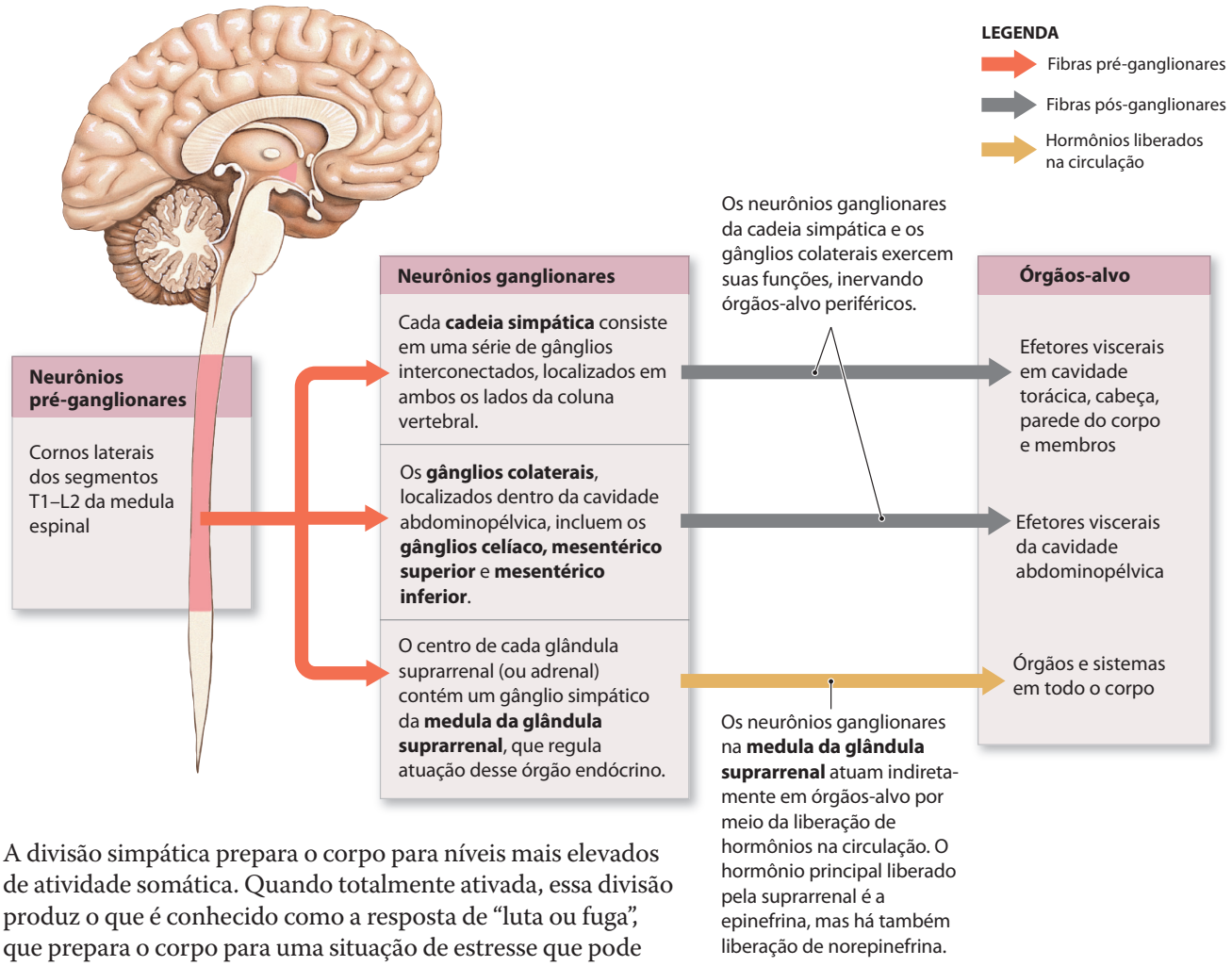


2 No sistema nervoso autônomo (SNA), os centros de integração para atividade autônoma estão localizados no hipotálamo. Os neurônios nesses centros autônomos são comparáveis aos neurônios motores superiores do SNS. No entanto, em vez de um único neurônio motor inferior, há dois neurônios motores em série. Os neurônios motores viscerais, cujos corpos celulares encontram-se no tronco encefálico e na medula espinal, são conhecidos como **neurônios pré-ganglionares**. Esses neurônios fazem parte dos arcos reflexos viscerais, e a maioria das suas atividades representam respostas reflexas diretas, e não respostas a comandos do hipotálamo. Os axônios dos neurônios pré-ganglionares emergem do SNC e realizam sinapse nos **neurônios ganglionares** – neurônios motores viscerais em gânglios periféricos. Esses gânglios, que contêm de centenas a milhares de corpos de neurônios ganglionares, são chamados de **gânglios autônomos**. Neurônios ganglionares inervam efetores viscerais, como músculo cardíaco, músculo liso, glândulas exócrinas e tecido adiposo.

A divisão simpática inclui gânglios da cadeia simpática, gânglios colaterais e medula da glândula suprarrenal...

Organização da divisão simpática

1 Na divisão simpática do SNA, os neurônios pré-ganglionares dos segmentos torácico e lombar superior da medula espinal realizam sinapse nos neurônios ganglionares que podem estar localizados: (1) no interior da cadeia simpática de gânglios, próximo da medula espinal, (2) em gânglios colaterais que se encontram na cavidade abdominopélvica ou (3) dentro de células ganglionares modificadas na medula das glândulas suprarrenais. Como os neurônios ganglionares estão relativamente perto da coluna vertebral, os axônios (fibras) dos neurônios pré-ganglionares **(fibras pré-ganglionares)** são curtos, enquanto os axônios dos neurônios ganglionares **(fibras pós-ganglionares)** são longos. Os terminais axônicos de fibras pré-ganglionares liberam a **acetilcolina (ACh)**, enquanto os terminais das fibras pós-ganglionares liberam o neurotransmissor **norepinefrina (NE)**.

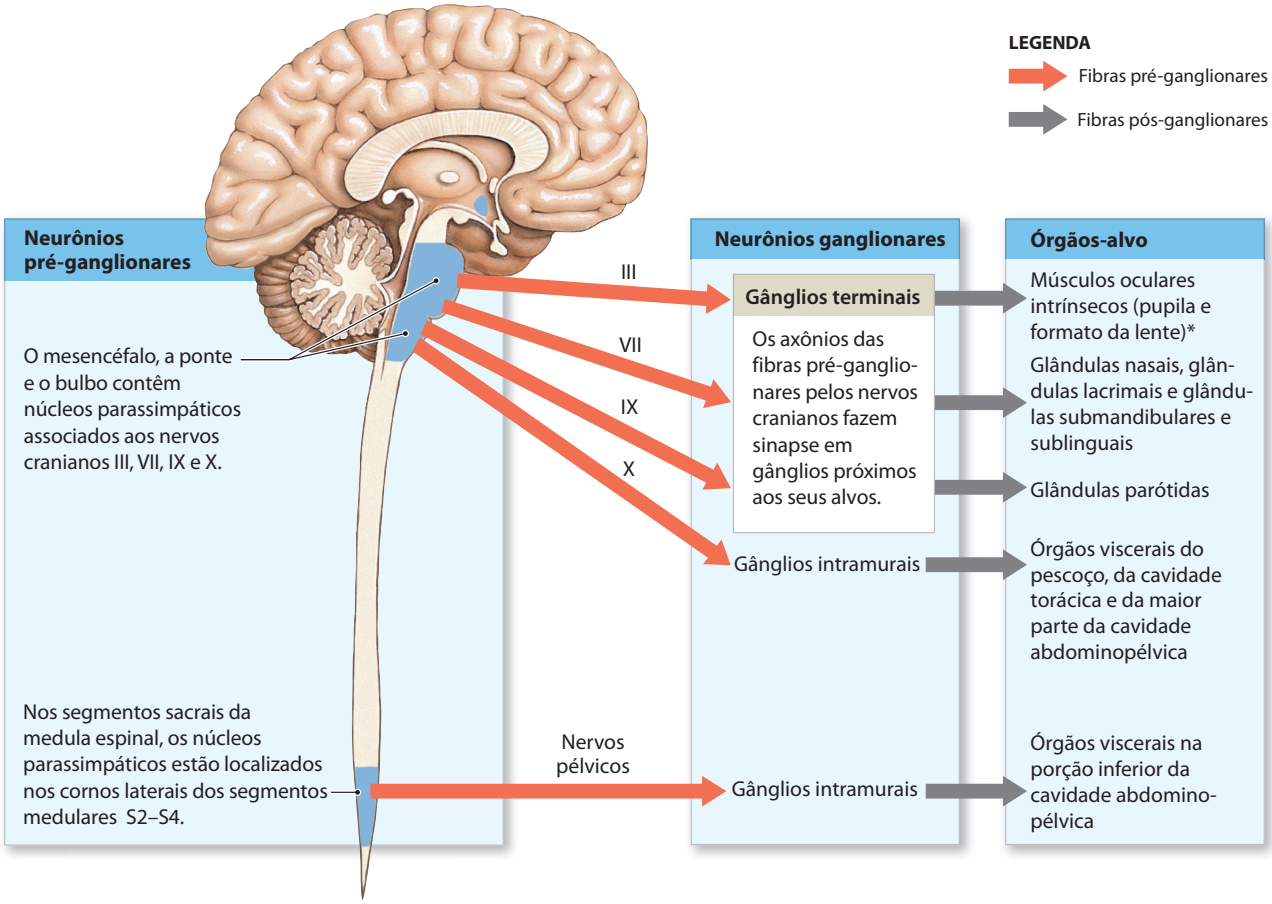


A divisão simpática prepara o corpo para níveis mais elevados de atividade somática. Quando totalmente ativada, essa divisão produz o que é conhecido como a resposta de "luta ou fuga", que prepara o corpo para uma situação de estresse que pode exigir atividade física súbita e intensa. O aumento dos níveis de atividade simpática causa as seguintes alterações: (1) estado de alerta mental elevado, (2) aumento da taxa metabólica, (3) redução das funções digestórias e urinárias, (4) ativação de reservas de energia, (5) aumento da frequência respiratória e dilatação das vias respiratórias, (6) elevação da frequência cardíaca e pressão arterial e (7) ativação das glândulas sudoríferas.

... por sua vez, a divisão parassimpática inclui gânglios terminais ou intramurais

Organização da divisão parassimpática

2 Na divisão parassimpática do SNA, o neurônio pré-ganglionar típico faz sinapses em seis a oito neurônios ganglionares. Esses neurônios podem estar situados em **gânglios terminais**, próximos ao órgão-alvo, ou em **gânglios intramurais** (*murus*, parede), incorporados aos tecidos do órgão-alvo. Os gânglios terminais são geralmente pareados, por exemplo, os gânglios parassimpáticos associados aos nervos cranianos. Os gânglios intramurais normalmente consistem em aglomerados de células ganglionares. Na divisão parassimpática, tanto os terminais axônicos pré-ganglionares quanto os pós-ganglionares liberam a acetilcolina.



A divisão parassimpática regula a função visceral e a conservação de energia. É conhecida como o sistema de "descanso e digestão". Respostas para o aumento dos níveis de atividade parassimpática incluem: (1) diminuição da taxa metabólica, (2) diminuição da frequência cardíaca e da pressão arterial, (3) aumento da secreção salivar e das glândulas digestórias, (4) aumento da motilidade e do fluxo sanguíneo no sistema digestório e (5) estimulação da micção e da defecação.

Revisão do Módulo 8.8

a. Cite as condições gerais para o aumento das atividades simpática e parassimpática.

b. Descreva um gânglio intramural.

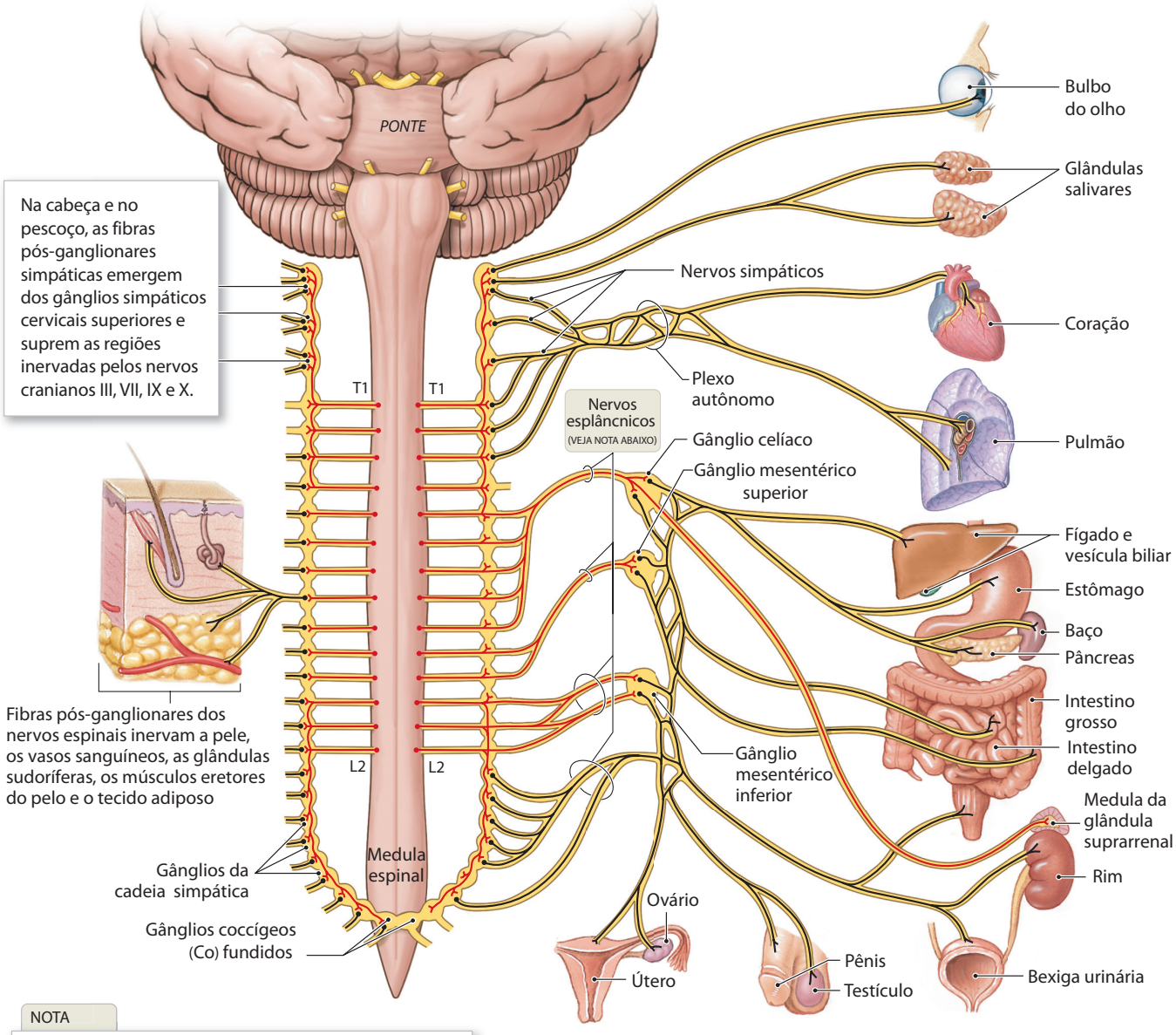
c. A partir da medula espinal, descreva o trajeto de um impulso nervoso através do SNA simpático ao seu órgão-alvo na cavidade abdominopélvica.

*Nota do RT: os músculos intrínsecos do bulbo do olho modificam a abertura da pupila e o formato do cristalino.

As duas divisões do SNA inervam as mesmas estruturas, mas com padrões de inervação diferentes

Inervação na divisão simpática

1 O lado esquerdo desta imagem mostra a inervação da pele (e músculos esqueléticos, além de outros tecidos da parede do corpo), enquanto o lado direito mostra a inervação dos órgãos viscerais.

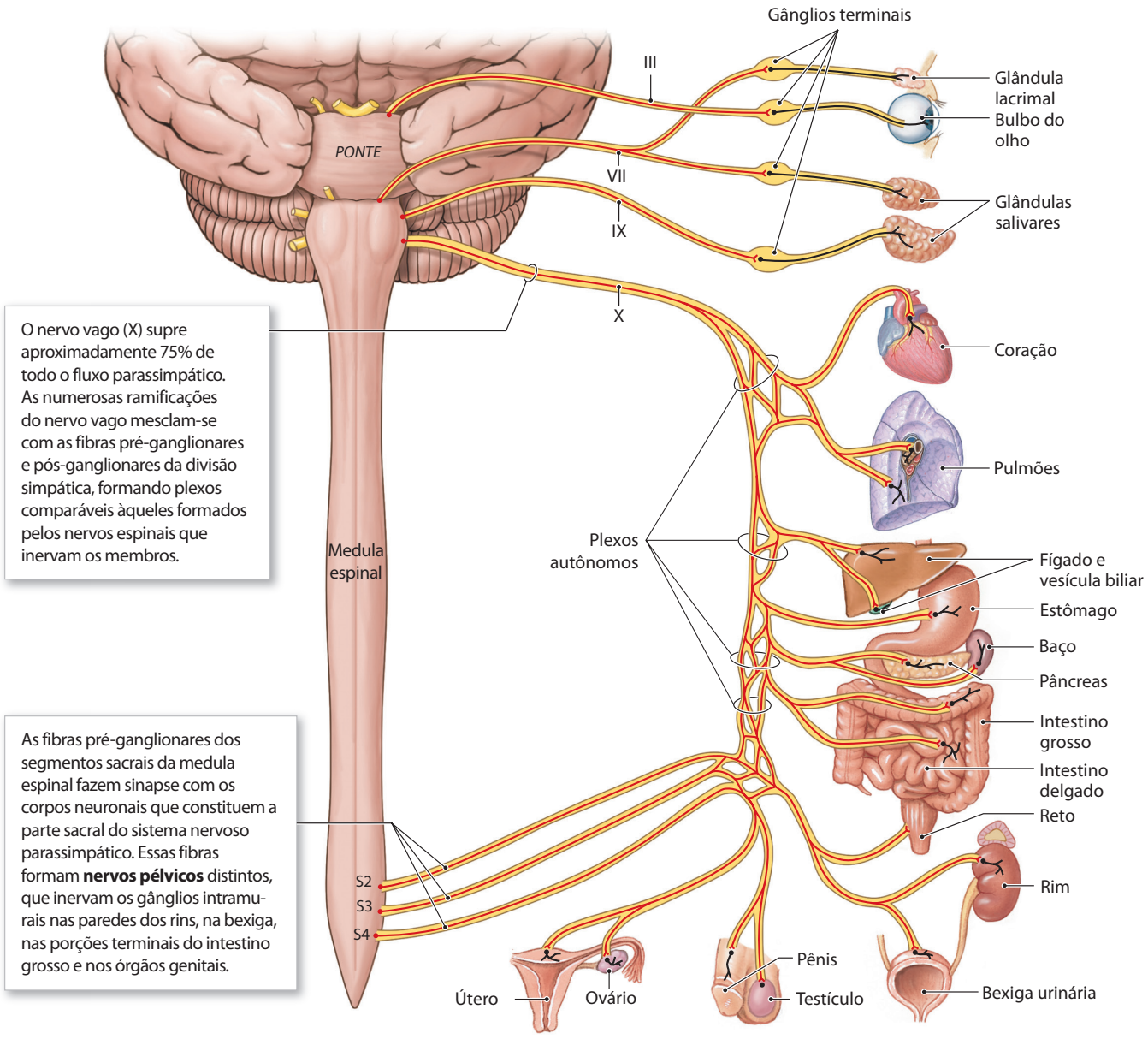


NOTA

As fibras pré-ganglionares, ao longo do seu trajeto para os gânglios colaterais, formam os **nervos esplâncnicos**. As fibras pós-ganglionares, que inervam estruturas na cavidade torácica, como o coração e os pulmões, formam feixes conhecidos como **nervos simpáticos**.

Inervação na divisão parassimpática

2 Esta imagem mostra a inervação parassimpática em um dos lados do corpo; a inervação do lado oposto (não representada) segue o mesmo padrão.



Revisão do Módulo 8.9

a. Defina nervos esplâncnicos.

b. Qual nervo conduz a maior parte dos axônios do sistema parassimpático?

c. Descreva os nervos simpáticos.

As diferenças funcionais entre as duas divisões do SNA refletem suas características anatômicas e fisiológicas divergentes

Características funcionais da divisão simpática

1 Ao contrário da divisão parassimpática, a divisão simpática pode ser rapidamente ativada como um todo. A tabela a seguir resume os efeitos da ativação simpática.

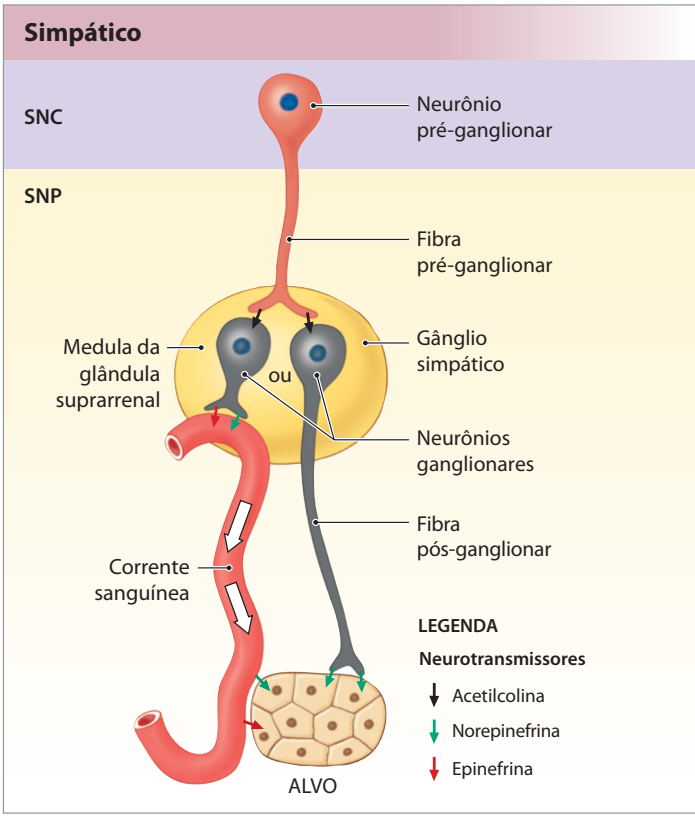
Efeitos da ativação simpática

A divisão simpática pode alterar as atividades de tecidos e órgãos por meio da liberação de norepinefrina nas sinapses periféricas e da distribuição de epinefrina e norepinefrina na corrente sanguínea por todo o organismo. As fibras motoras viscerais que atingem efetores específicos, como fibras do músculo liso nos vasos sanguíneos da pele, podem ser ativadas em reflexos que não envolvem outros efetores viscerais.

Numa situação de estresse, no entanto, toda a divisão simpática responde. Esse evento, chamado de **ativação simpática**, é controlado por centros simpáticos no hipotálamo. Os efeitos não estão limitados a tecidos periféricos; a ativação simpática também altera a atividade do SNC. Durante a ativação simpática ocorrem as seguintes alterações no indivíduo:

- Aumento do estado de alerta, por meio da estimulação do sistema de ativação reticular, fazendo com que o indivíduo se sinta "no limite" ou "em estado de ação iminente".
- Sensação de impulso para a ação, muitas vezes associada a uma desconsideração pelo perigo e a uma insensibilidade temporária aos estímulos dolorosos.
- Aumento da atividade nos centros cardiovascular e respiratório da ponte e bulbo, causando elevações de pressão arterial, aumento da frequência cardíaca, da frequência respiratória e da profundidade da respiração.
- Aumento geral do tônus muscular, de forma que a pessoa parece tensa, podendo apresentar tremor.
- Mobilização das reservas de energia, por meio da quebra acelerada do glicogênio nos músculos e nas células do fígado e da liberação de lipídios pelos tecidos adiposos. Essas alterações, somadas às alterações periféricas já observadas, constituem o preparo físico necessário para o indivíduo lidar com uma situação de estresse.

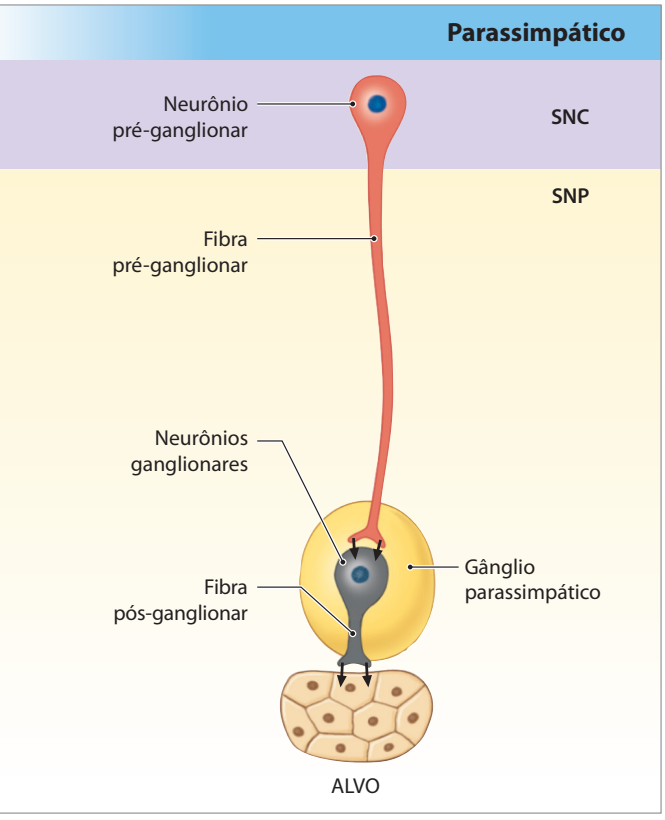
2 Esta ilustração e a tabela resumem as características anatômicas da divisão simpática do SNA.



Características	Divisão simpática
Localização dos neurônios motores viscerais do SNC	Cornos laterais dos segmentos medulares T1–L2
Localização dos gânglios do SNP	Próximo à coluna vertebral (gânglios da cadeia simpática)
Fibras pré-ganglionares Neurotransmissor	Curtas Acetilcolina
Fibras pós-ganglionares Neurotransmissor	Longas Normalmente a norepinefrina (NE)
Funções gerais	Estimula o metabolismo; aumenta o estado de alerta; prepara para situação de emergência ("luta ou fuga")

Características funcionais da divisão parassimpática

3 Esta ilustração e a tabela a seguir resumem as características anatômicas da divisão parassimpática do SNA.



Características	Divisão parassimpática
Localização dos neurônios motores viscerais do SNC	Tronco encefálico e segmentos medulares S2–S4
Localização dos gânglios do SNP	Normalmente intramural
Fibras pré-ganglionares Neurotransmissor	Relativamente longas ACh
Fibras pós-ganglionares Neurotransmissor	Relativamente curtas ACh
Funções gerais	Promove relaxamento, absorção de nutrientes, armazenamento de energia ("descanso e digestão")

4 A divisão parassimpática não libera neurotransmissores diretamente na corrente sanguínea, por isso ela não sofre uma ativação ampla imediata, da forma como se observa na divisão simpática (ativação simpática). A tabela desta página resume os efeitos da estimulação parassimpática.

Efeitos da estimulação parassimpática

Sob condições normais, a divisão parassimpática – ao contrário da divisão simpática – não é nem controlada nem ativada de modo global e imediato. Embora esteja continuamente ativa, as respostas constituem reflexos a condições de estruturas ou regiões específicas.

Exemplos dos principais efeitos produzidos pela divisão parassimpática:

- Constrição das pupilas (restringindo a quantidade de luz que entra nos olhos), ajustando o foco das lentes em objetos próximos.
- Secreção das glândulas digestórias, incluindo as glândulas salivares, gástricas, duodenais e intestinais; o pâncreas (em suas funções exócrina e endócrina); e o fígado.
- Secreção de hormônios que promovem a absorção e a utilização de nutrientes pelas células periféricas.
- Alterações no fluxo sanguíneo e na atividade glandular associada à excitação sexual.
- Aumento da atividade da musculatura lisa ao longo do sistema digestório.
- Estimulação e coordenação da defecação.
- Contração da bexiga durante a micção.
- Constrição das vias respiratórias.
- Redução da frequência cardíaca e da força de contração do miocárdio.

Essas funções relacionam-se ao relaxamento, ao processamento de alimentos e à absorção de energia. A estimulação da divisão parassimpática leva a um aumento geral do teor de nutrientes do sangue. As células de todo o corpo respondem a esse aumento absorvendo nutrientes e utilizando-os para sustentar atividades anabólicas como o crescimento, a divisão celular e o aumento da reservas de energia sob a forma de lipídios ou glicogênio.

Revisão do Módulo 8.10

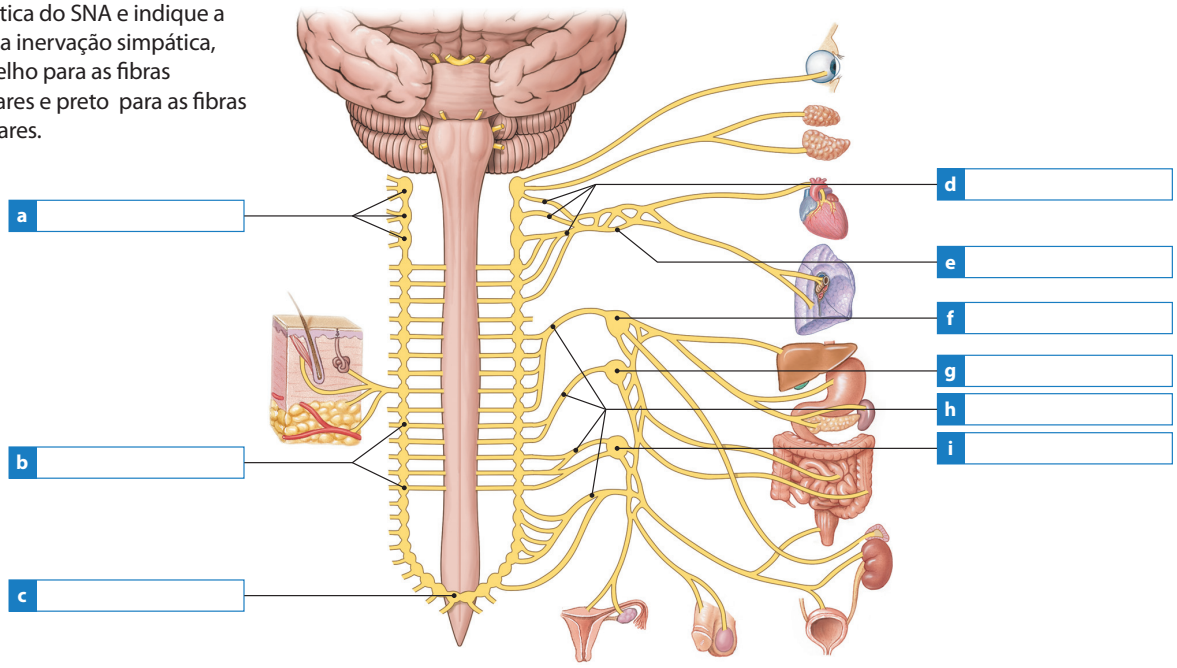
a. Qual neurotransmissor é liberado por todos os neurônios parassimpáticos?

b. Por que a divisão parassimpática é chamada de sistema de anabolizantes?

c. Quais mudanças fisiológicas são típicas em indivíduos tensos (ansiosos)?

1. Criando legendas

Preencha as lacunas neste diagrama da divisão simpática do SNA e indique a distribuição da inervação simpática, usando vermelho para as fibras pré-ganglionares e preto para as fibras pós-ganglionares.



2. Atividade de associação

Escreva S (para simpático) ou P (para parassimpático) para indicar a divisão do SNA responsável por cada um dos seguintes efeitos.

a _____ diminuição da taxa metabólica
b _____ aumento das secreções digestórias
c _____ aumento da taxa metabólica
d _____ estimulação da micção e da defecação
e _____ ativação das glândulas sudoríferas
f _____ estado de alerta mental elevado
g _____ diminuição da frequência cardíaca e da pressão arterial
h _____ ativação das reservas energéticas
i _____ aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial
j _____ redução das funções digestória e urinária
k _____ aumento da motilidade e do fluxo sanguíneo no sistema digestório
l _____ aumento da frequência respiratória e dilatação das vias respiratórias
m _____ constrição das pupilas para focar objetos próximos

3. Integração de seções

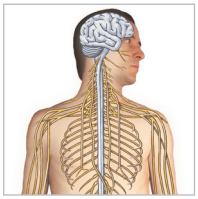
Compare e diferencie as seguintes características das divisões simpáticas e parassimpáticas do SNA: a) localização dos neurônios motores viscerais do SNC; b) localização dos gânglios do SNP; c) comprimento relativo das fibras pré-ganglionares e o neurotransmissor liberado; d) comprimento relativo das fibras pós-ganglionares e o neurotransmissor liberado; e) funções gerais.

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

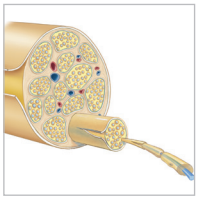
Sistema nervoso periférico



- sistema nervoso periférico (SNP)
- nervos periféricos
- nervos cranianos
- nervos espinais

8.1

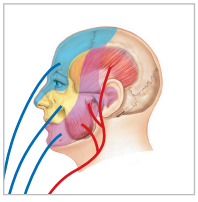
Os nervos espinais apresentam estrutura anatômica e um padrão de distribuição constante



- epineuro
- perineuro
- fascículos
- endoneuro
- ramos
- divisão simpática
- ramo dorsal
- ramo ventral
- dermátomo
- herpes-zóster

8.2

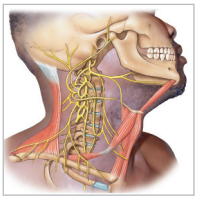
Os doze pares de nervos cranianos são classificados como sensitivos, sensitivos especiais, motores ou mistos



- nervo olfatório (I)
- nervo óptico (II)
- nervo oculomotor (III)
- nervo troclear (IV)
- nervo trigêmeo (V)
- nervo abducente (VI)
- nervo facial (VII)
- nervo vestibulococlear (VIII)
- nervo glossofaríngeo (IX)
- nervo vago (X)
- nervo acessório (XI)
- nervo hipoglosso (XII)

8.3

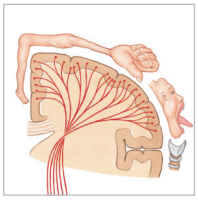
Os nervos espinais formam plexos nervosos que inervam a pele e os músculos esqueléticos



- plexo nervoso
- plexo cervical
- plexo braquial
- plexo lombar
- plexo sacral
- nervo frênico

8.4

As vias sensitivas e motoras transportam informações entre o SNP e os centros de processamento no SNC

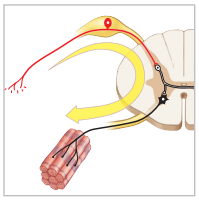


- neurônios de primeira ordem
- neurônios de segunda ordem
- neurônios de terceira ordem
- via da coluna posterior
- homúnculo sensitivo
- neurônio motor superior
- neurônio motor inferior
- via corticospinal
- homúnculo motor

• = *Termos em negrito neste módulo.*

8.5

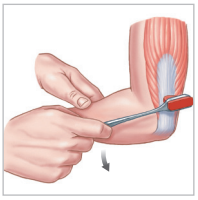
Os reflexos são respostas rápidas e automáticas aos estímulos



- reflexos
- arco reflexo
- reflexos de estiramento
- reflexo patelar
- reflexo de retirada
- interneurônio

8.6

Os reflexos podem ser usados para determinar a localização e a gravidade de lesões ao SNC



- reforço
- reflexo do bíceps
- reflexo do tríceps
- reflexo aquileu
- sinal de Babinski
- reflexo plantar
- reflexo abdominal

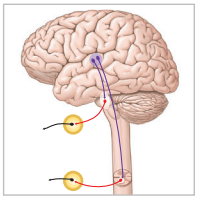
8.7

As doenças do sistema nervoso podem resultar de problemas com os neurônios, com as vias nervosas ou uma combinação de ambos

- dor referida
- doença de Parkinson
- raiva
- paralisia cerebral (PC)
- esclerose lateral amiotrófica (ELA)
- doença de Alzheimer (DA)
- demência senil
- esclerose múltipla (EM)

SEÇÃO 2

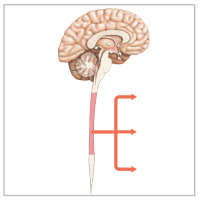
Sistema nervoso autônomo



- sistema nervoso somático (SNS)
- sistema nervoso autônomo (SNA)
- neurônios pré-ganglionares
- neurônios ganglionares
- gânglios autônomos

8.8

A divisão simpática inclui gânglios da cadeia simpática, gânglios colaterais e medula da glândula suprarrenal; por sua vez, a divisão parassimpática inclui gânglios terminais ou intramurais

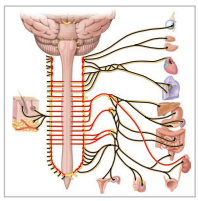


- fibras pré-ganglionares
- fibras pós-ganglionares
- acetilcolina (ACh)
- norepinefrina (NE)
- cadeia simpática
- gânglios colaterais
- gânglio celíaco
- gânglio mesentérico superior
- gânglio mesentérico inferior
- medula da glândula suprarrenal
- gânglios terminais
- gânglios intramurais

8.9

As duas divisões do SNA inervam as mesmas estruturas, mas com padrões de inervação diferentes

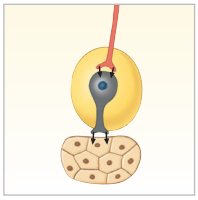
- nervos esplâncnicos
- nervos simpáticos
- nervos pélvicos



8.10

As diferenças funcionais entre as duas divisões do SNA refletem suas características anatômicas e fisiológicas divergentes

- ativação simpática



• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Terapeuta ocupacional

A PROFISSÃO

O terapeuta ocupacional trabalha principalmente na reabilitação do paciente, empregando para tanto a ação humana. Em outras palavras, ele reproduz atividades de trabalho e lazer. Os principais beneficiados são doentes crônicos (hospitalizados ou não) e pessoas fisicamente incapacitadas de alguma maneira. O objetivo é proporcionar ao paciente a máxima reintegração às ações cotidianas, com a recuperação de sua funcionalidade.

A formação do profissional exige um extenso conhecimento de fisiologia e anatomia do ser humano. Ao longo do curso são estudados tópicos como histologia, neuroanatomia, ortopedia e cinesiologia. As correlações da anatomia normal com as alterações ocasionadas por doenças a serem tratadas pelo terapeuta ocupacional são fundamentais para o bom desempenho da profissão.

No Brasil, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito) reconhece cinco especialidades de terapia ocupacional: saúde funcional, saúde mental, saúde coletiva, saúde familiar e especialização em contextos sociais.

O trabalho não se dá apenas em instituições de saúde. Empresas, por exemplo, empregam especialistas em saúde coletiva. Já escolas contratam terapeutas para o acompanhamento de alunos com necessidades especiais. Outro mercado é a assessoria a profissionais como artistas e atletas, cujas atividades exigem grande esforço físico.

Saiba mais

Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional – www.coffito.org.br

Associação de Fisioterapeutas do Brasil – www.afb.org.br

Federação Nacional dos Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais – www.fenafito.com.br

USP e as profissões – http://prceu.usp.br/uspprofissoes

Essa carreira é ideal para você? O terapeuta ocupacional precisa ter duas características bem marcadas: gosto por trabalhar em contato direto com pessoas e muita paciência. A interação entre profissional e paciente é muito próxima (às vezes com encontros diários) e os tratamentos podem ser prolongados – em certos casos, por toda a vida.

Formação O curso de Terapia Ocupacional dura em média quatro anos, cumpridos em período integral. A carga horária total chega a 4 mil horas. O estágio é obrigatório e costuma ser realizado em órgãos ligados às universidades. Algumas permitem que o estágio seja feito externamente.

A grade curricular típica une o conhecimento específico da saúde a uma formação humanística, passando por áreas como Psicologia, Antropologia e Expressão Artística. Boa parte das disciplinas é compartilhada por outros cursos da área de saúde, especialmente o de Fisioterapia.

Certas vagas de trabalho exigem que o terapeuta ocupacional tenha uma especialização, cujos cursos normalmente são oferecidos pelas próprias universidades. Para exercer a profissão, você deve se registrar no Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Crefito), que também coordena a abertura de clínicas.

Remuneração média O valor do piso salarial varia de estado para estado. Em São Paulo, é de R$ 2.050,00 (dados de 2013). A jornada de trabalho, por lei, não pode passar de 30 horas semanais. Cada procedimento profissional tem parâmetros de honorários estabelecidos pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito).

Perspectivas profissionais A Terapia Ocupacional é uma carreira promissora, principalmente pela pequena quantidade de profissionais: em 2013, segundo o Coffito, eram apenas 14 mil em todo o Brasil – contra 176 mil fisioterapeutas.

O setor público é o que mais emprega terapeutas ocupacionais, especialmente em centros de tratamento ambulatorial, como os de Atenção ao Trabalhador e os Centros de Atenção Psicossocial (CAPs). Outra oportunidade é no programa Saúde da Família, focado na área de prevenção. Fique atento aos editais de concursos públicos. Muitas vezes a remuneração oferecida é maior que a média.

No setor privado, os maiores empregadores são os órgãos especializados em tratar pacientes com necessidades especiais, como as Associações de Pais e Amigos dos Excepcionais (Apaes), presentes em diversas cidades. Pacientes vitimados por acidentes ou com paralisia cerebral, por exemplo, frequentemente necessitam do acompanhamento intenso de um terapeuta ocupacional, no sistema home care.

Fontes consultadas

Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito). Site: <www.coffito.org.br>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo, Abril, 2013.

Mariana Fulfaro – Terapeuta ocupacional. Site: <www.marianaterapeutaocupacional.com>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Ministério da Educação. Site: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MOREIRA, Adriana Belmonte. Terapia ocupacional: história crítica e abordagens territoriais/comunitárias. Vita et Sanitas, v. 2, n. 2, 2008. Disponível em: <http://fug.edu.br/revista_2/pdf/artigo_to.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 8 – Questões de revisão

1. Liste os 12 pares de nervos cranianos em ordem numérica.
2. Descreva a relação entre os neurônios de primeira, segunda e terceira ordem em uma via sensitiva.
3. O que é um homúnculo motor? Como ele se diferencia do homúnculo sensitivo?
4. O tempo de resposta no reflexo da patela é muito mais rápido do que o tempo de resposta no reflexo de retirada. Explique.
5. Compare a emergência das fibras simpáticas e das fibras parassimpáticas.

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

9 Sentidos

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Sentidos gerais

9.1 Listar os tipos de receptores sensitivos encontrados na pele e especificar as funções de cada um.

9.2 Explicar os papéis dos barorreceptores e dos quimiorreceptores na homeostase.

SEÇÃO 2 • Sentidos especiais

9.3 Descrever os órgãos sensitivos do olfato e traçar as vias olfatórias até seu destino no cérebro. Também descrever os órgãos sensitivos e os nervos cranianos envolvidos com a gustação.

9.4 Descrever as estruturas da orelha externa, média e interna, e explicar como elas funcionam.

9.5 Descrever as estruturas e as funções do labirinto ósseo e do labirinto membranoso.

9.6 Descrever as funções das células ciliadas nos ductos semicirculares, no utrículo e no sáculo, e explicar seu papel na resposta à gravidade e à aceleração linear.

9.7 Descrever o ducto coclear e o órgão espiral, bem como a estrutura e as funções do órgão espiral.

9.8 Descrever a base anatômica e fisiológica das sensações de tom e volume relacionados à audição.

9.9 Identificar as estruturas acessórias do olho, explicar suas funções, e definir conjuntivite.

9.10 Descrever as camadas da parede do olho e as cavidades oculares anterior e posterior, bem como os nomes e as funções dos músculos extrínsecos do olho.

9.11 Explicar como a luz é direcionada para a fóvea da retina.

9.12 Descrever o processo pelo qual as imagens são focadas na retina.

9.13 Explicar a estrutura e a função das camadas da retina; descrever a distribuição dos bastonetes e dos cones, e discutir o papel dos fotorreceptores na acuidade visual.

9.14 Explicar fotorrecepção, descrever a estrutura dos fotorreceptores, explicar como os pigmentos visuais são ativados e descrever como somos capazes de distinguir as cores.

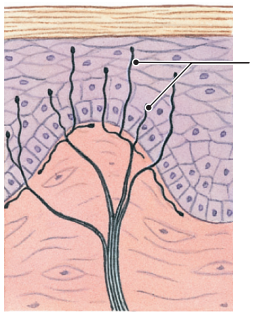
9.15 Explicar como as vias visuais distribuem informações aos seus destinos no cérebro.

9.16 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever vários problemas de acomodação associados à córnea, à lente ou à forma do olho.

9.17 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever doenças relacionadas à idade referentes ao olfato, à gustação, à visão, ao equilíbrio e à audição.

Sentidos gerais

1 O termo **sentidos gerais** é usado para descrever nossa sensibilidade à temperatura, à dor, ao tato, à pressão, à vibração e à propriocepção. A informação sensitiva é captada por **receptores sensitivos**, células especializadas ou prolongamentos celulares que monitoram condições dentro ou fora do corpo. Os receptores mais simples são os dendritos (prolongamentos celulares) dos neurônios sensitivos. Como mostrado na figura, as extremidades ramificadas desses dendritos, denominadas terminações nervosas livres, não são protegidas por estruturas acessórias. As terminações nervosas livres estendem-se por um tecido, da mesma maneira que as raízes da grama estendem-se pelo solo. Elas podem receber diferentes estímulos, por isso são receptores que apresentam pouca especificidade. Por exemplo, as terminações nervosas livres que respondem aos danos teciduais com sensações de dor podem ser estimuladas quimicamente, por pressão, alterações da temperatura ou trauma.

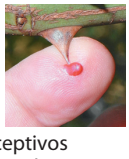


2 Receptores sensitivos gerais são simples na sua estrutura e amplamente distribuídos no corpo. Conforme indicado neste mapa conceitual, podem ser classificados de acordo com a natureza do estímulo primário.

Classificação funcional de receptores sensitivos gerais

Nociceptores

Os **nociceptores** são receptores de dor, terminações nervosas livres com campos receptivos amplos e grande sensibilidade. Os dois tipos de axônios – fibras Tipo A e Tipo C – transportam sensações de dor.



Termorreceptores

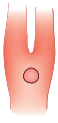
Os **termorreceptores**, ou receptores de temperatura, são terminações nervosas livres localizadas na derme, nos músculos esqueléticos, no fígado e no hipotálamo. Os receptores que detectam o frio são três ou quatro vezes mais numerosos do que os receptores que detectam o calor. Não foi detectada nenhuma diferença estrutural entre esses dois tipos de termorreceptor.

Mecanorreceptores

Os **mecanorreceptores** são sensíveis aos estímulos que distorcem suas membranas plasmáticas. Essas membranas contêm canais de íons fechados mecanicamente, que se abrem ou fecham em resposta ao estiramento, à compressão, à torção ou às outras distorções da membrana.

Quimiorreceptores

Os **quimiorreceptores** respondem às substâncias solúveis em água e as lipossolúveis que são dissolvidas em fluidos corporais (fluido intersticial, plasma e LCE).



Proprioceptores

Os **proprioceptores** controlam as posições das articulações e dos músculos. Entre os receptores sensitivos gerais, são os mais complexos estrutural e funcionalmente.

Barorreceptores

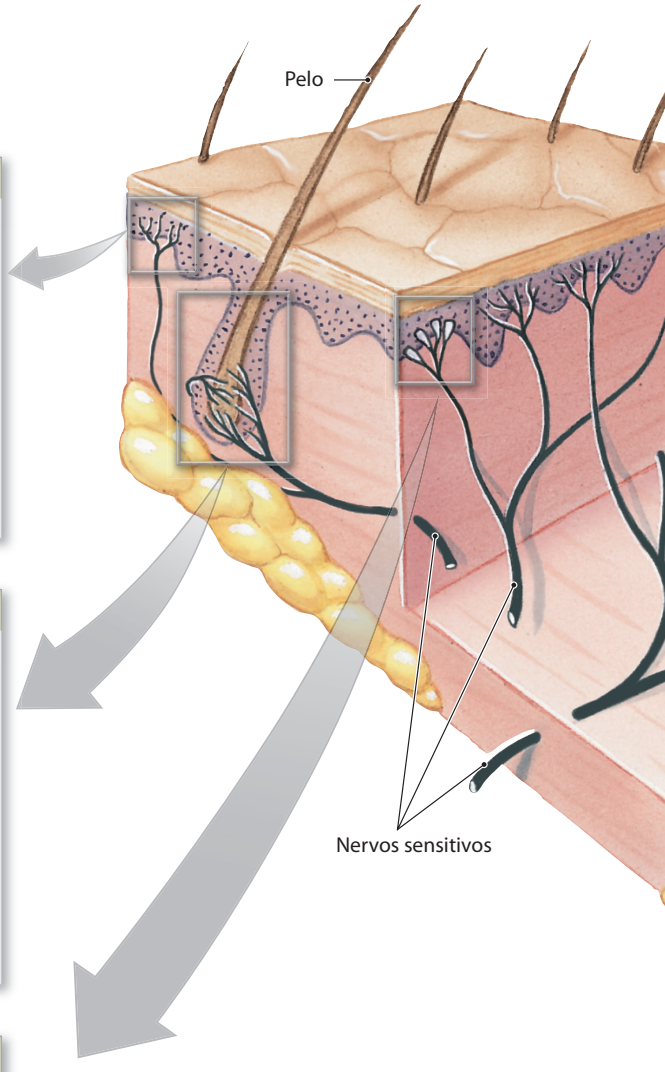
Os **barorreceptores** (*baro* -, pressão) detectam alterações de pressão nas paredes dos vasos sanguíneos e em porções dos sistemas digestório, respiratório e urinário.

Receptores táteis

Os **receptores táteis** proporcionam sensações de tato, pressão e vibração. As sensações de tato fornecem informações sobre a forma ou textura, enquanto as sensações de pressão indicam o grau e a frequência da distorção mecânica.

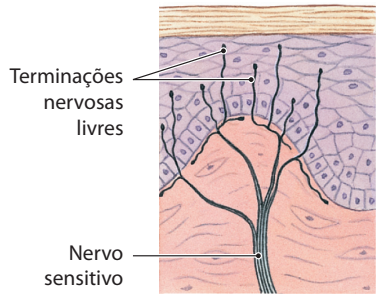
Os receptores sensitivos gerais na pele variam amplamente em forma e função

No nosso corpo há milhões de receptores sensitivos gerais. Como esperado, a maior diversidade é encontrada na pele, que está em contato permanente com o ambiente externo e suas ameaças à homeostase. Esta é uma visão geral objetiva que apresenta as características estruturais e funcionais básicas dos importantes tipos de receptores na pele.



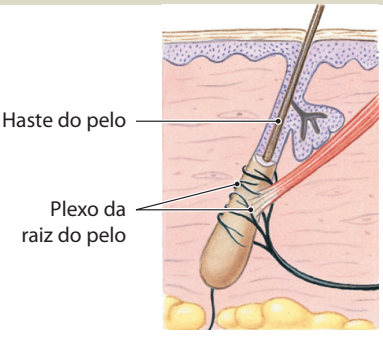
Terminações nervosas livres

As **terminações nervosas livres** são as extremidades ramificadas dos neurônios sensitivos. Não estão protegidas por nenhuma estrutura acessória e não são específicas: podem responder a estímulos táteis, de dor e de temperatura. As terminações nervosas livres são os receptores mais comuns na pele.



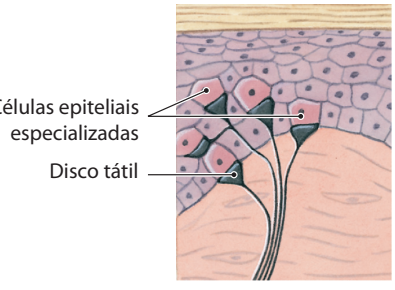
Plexo da raiz do pelo

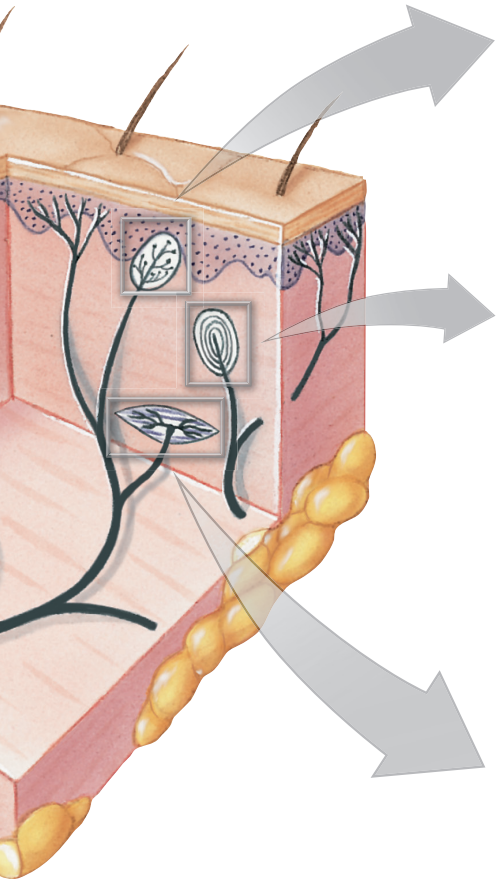
Onde quer que os pelos estejam localizados, as terminações nervosas do **plexo da raiz do pelo** monitoram distorções e movimentos por toda a superfície corporal. Quando um pelo é deslocado, o movimento do folículo distorce os dendritos sensitivos e produz potenciais de ação.



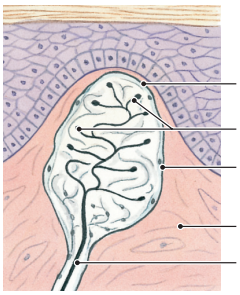
Discos táteis

Os **discos táteis** são receptores de toque delicado e de pressão. Os prolongamentos dendríticos de uma única fibra mielinizada fazem contato próximo na camada basal da epiderme da pele, com células epiteliais anormalmente grandes.



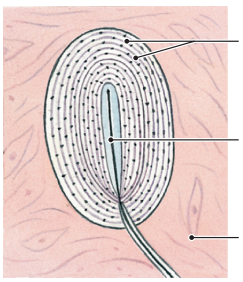


Corpúsculos táteis



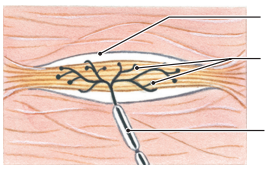
Corpúsculos são estruturas terminais de nervos sensitivos. Os **corpúsculos táteis**, ou corpúsculos de Meissner, proporcionam sensações de toque delicado, pressão e de vibração de baixa frequência. Esses receptores tornam-se menos sensíveis à estimulação dentro de um segundo após o contato. São os receptores mais abundantes nas pálpebras, nos lábios, nas pontas dos dedos da mão, nos mamilos e nos órgãos genitais externos. Os dendritos são bem enrolados e entrelaçados, rodeados por células de Schwann modificadas. Uma cápsula fibrosa circunda todo o complexo e o fixa no interior da derme.

Corpúsculos lamelares



Os **corpúsculos lamelares** (*lamela*, placa fina), ou corpúsculos de Pacini, são sensíveis à pressão profunda. São mais sensíveis aos estímulos de pulsação ou de alta frequência vibratória. Um único dendrito repousa no meio de uma série de camadas concêntricas de fibras de colágeno e fibroblastos especializados. As camadas concêntricas, separadas por um fluido intersticial, protegem o dendrito de praticamente todas as fontes de estimulação, exceto as de pressão direta. Informação sensitiva somática é fornecida por corpúsculos lamelares localizados ao longo da derme, especialmente nos dedos da mão, nas glândulas mamárias e na genitália externa. A informação visceral sensitiva é fornecida por corpúsculos lamelares no mesentério, no pâncreas e nas paredes da uretra e da bexiga urinária.

Corpúsculo de Ruffini



Os **corpúsculos de Ruffini** são sensíveis à pressão e à distorção da derme reticular (profunda). São receptores que apresentam pouca, se alguma, **adaptação** (redução à sensibilidade a um estímulo constante). Uma cápsula envolve um núcleo de fibras colágenas contínuas às da derme circundante. Dentro da cápsula, uma rede de dendritos está entrelaçada às fibras de colágeno. Qualquer tensão ou distorção da derme puxa ou torce as fibras capsulares, estirando ou comprimindo os dendritos anexos, alterando a atividade nas fibras aferentes mielinizadas.

A sensibilidade às sensações táteis pode ser alterada por infecção, doença e danos aos neurônios sensitivos ou vias. As localizações das respostas táteis podem ter significado diagnóstico. Por exemplo, a perda de sensibilidade ao longo do limite de um dermátomo pode ajudar a identificar o nervo espinal ou os nervos afetados.

Revisão do Módulo 9.1

a. Identifique os seis tipos de receptores táteis localizados na pele e descreva as suas sensibilidades.

b. Quais são os tipos de receptores táteis localizados apenas na derme?

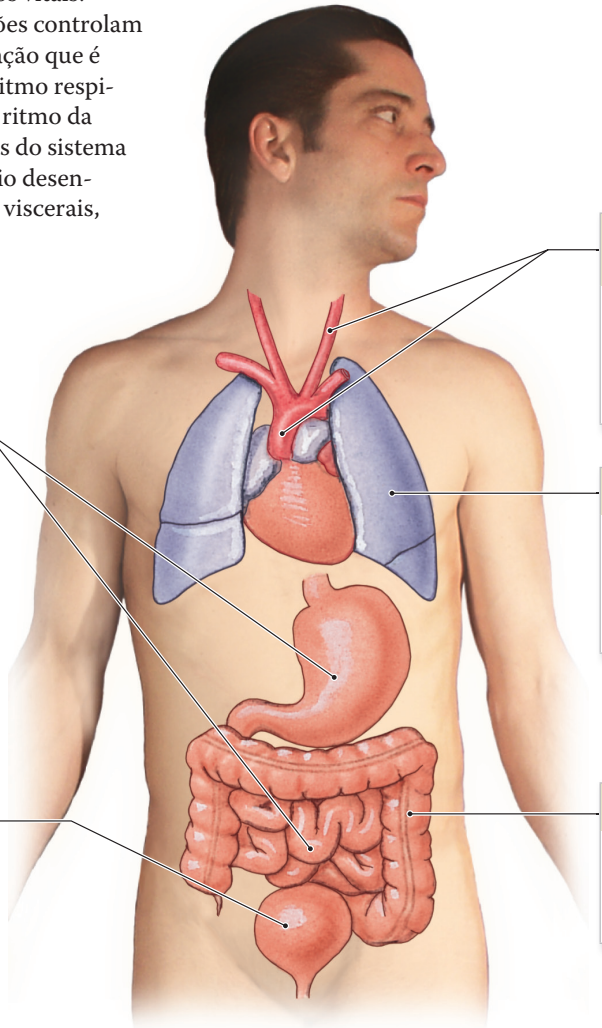
c. O que é provável que seja mais sensível à pressão profunda contínua: um corpúsculo lamelar ou um corpúsculo de Ruffini?

Os barorreceptores e os quimiorreceptores iniciam reflexos autônomos importantes envolvendo as vias sensitivas viscerais

Por meio do sistema nervoso autônomo, os barorreceptores e os quimiorreceptores desempenham papéis fundamentais no controle reflexo da função dos órgãos.

1 Os **barorreceptores** são receptores de estiramento que monitoram as mudanças na pressão. O receptor consiste em terminações nervosas livres que se ramificam para dentro dos tecidos elásticos nas paredes dos órgãos ocos, nos vasos sanguíneos e nos órgãos tubulares dos sistemas respiratório, digestório e urinário. Quando a pressão muda, as paredes elásticas dessas estruturas se distendem ou voltam à forma original. As alterações na forma distorcem ramificações dendríticas do receptor e alteram o limiar de geração do potencial de ação. Os barorreceptores monitoram a pressão nas paredes dos grandes vasos, incluindo a artéria carótida (no seio carotídeo, porção dilatada da artéria carótida interna) e a aorta (no seio aórtico). A informação fornecida por esses barorreceptores desempenha papel importante na regulação da função cardíaca e no ajuste do fluxo sanguíneo para tecidos vitais.

Os barorreceptores nos pulmões controlam seu grau de expansão, informação que é retransmitida aos centros de ritmo respiratório no bulbo, que marca o ritmo da respiração. Os barorreceptores do sistema urinário e do sistema digestório desencadeiam uma série de reflexos viscerais, tal como a micção.



Barorreceptores do seio carotídeo e do seio aórtico

Fornecem informações sobre a pressão sanguínea para os centros de controle cardiovascular e respiratório.

Barorreceptores dos pulmões

Fornecem informações sobre a distensão do pulmão para os centros de ritmo respiratório para controle da frequência respiratória.

Barorreceptores do sistema digestório

Fornecem informações sobre o volume dos segmentos do sistema digestório e desencadeiam o movimento reflexo de materiais ao longo do sistema.

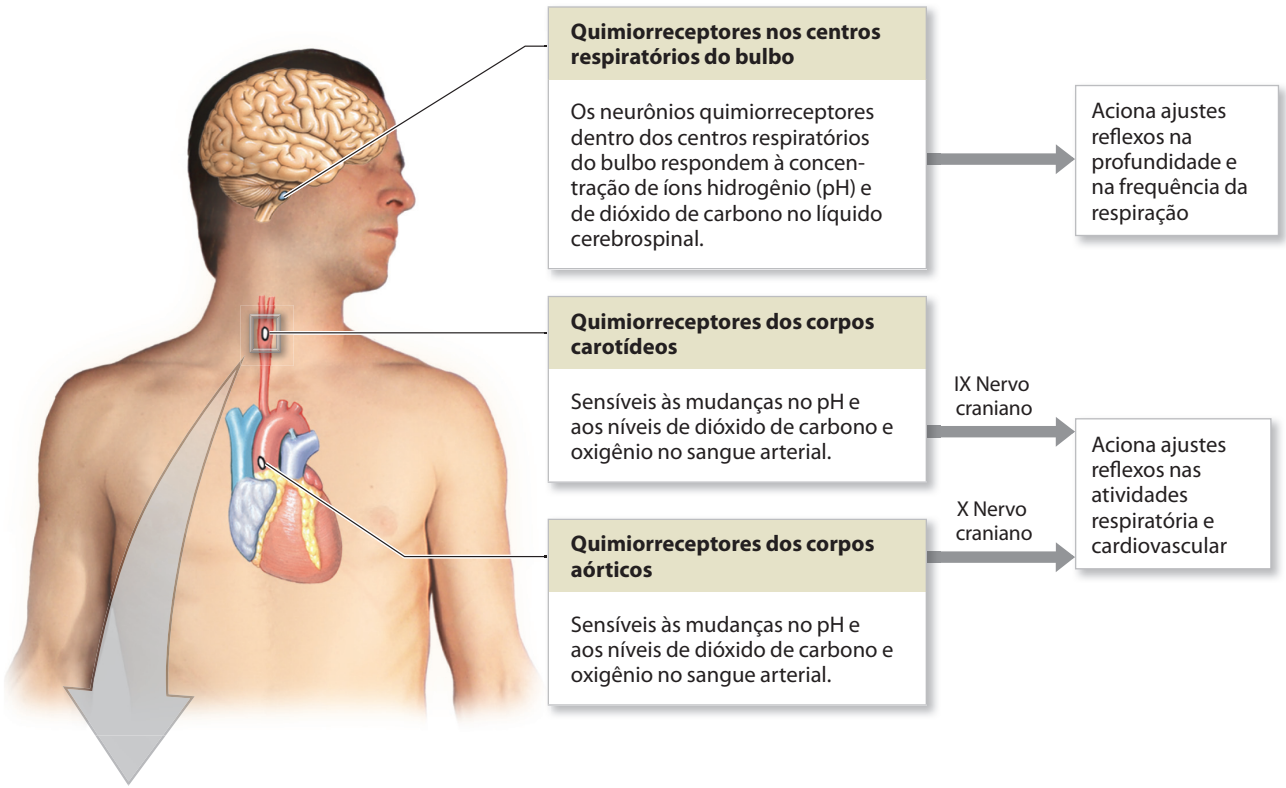
Barorreceptores do colo

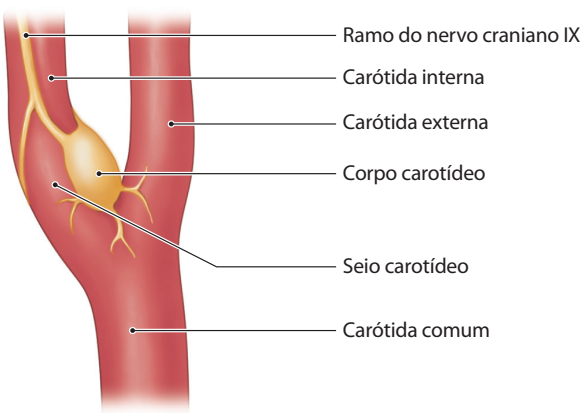
Fornecem informações sobre o volume de material fecal no colo e acionam o reflexo de defecação.

Barorreceptores da parede da bexiga

Fornecem informações sobre o volume da bexiga urinária e acionam o reflexo de micção.

2 Os **quimiorreceptores** são neurônios especializados que podem detectar pequenas alterações nas concentrações de substâncias químicas ou compostos específicos. Os neurônios quimiorreceptores são encontrados (1) dentro do bulbo e em outras partes do cérebro, (2) nos **corpos carotídeos**, perto da origem das artérias carótidas internas em cada lado do pescoço; (3) nos **corpos aórticos**, entre os principais ramos do arco aórtico. Os neurônios nos centros respiratórios do bulbo monitoram o pH e os níveis de dióxido de carbono no líquido cerebrospinal (LCE). Os corpos aórticos e carotídeos monitoram o pH e os níveis de dióxido de carbono e de oxigênio no sangue arterial. Os quimiorreceptores desempenham papel importante no controle reflexo da respiração e da função cardiovascular.





3 Visão ampliada do seio carotídeo e sua localização.

Revisão do Módulo 9.2

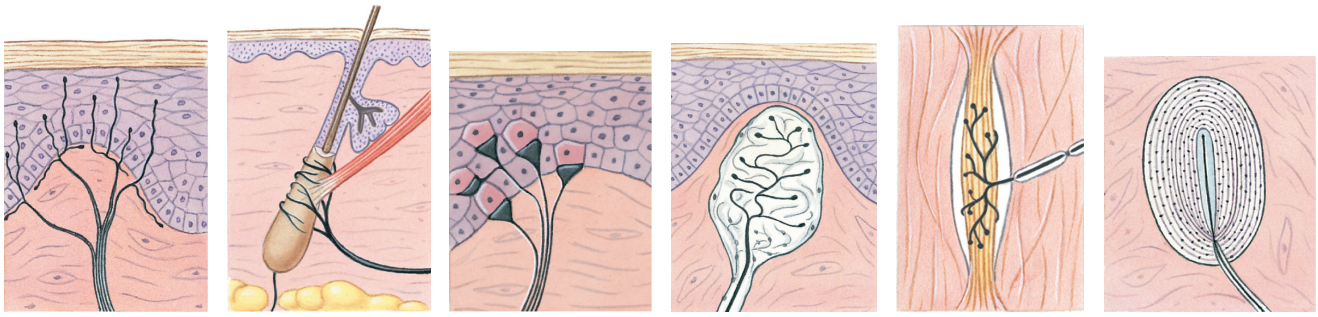
a. Defina barorreceptores e quimiorreceptores.

b. Que tipo de receptor é sensível às mudanças no pH do sangue?

c. Onde estão localizados os barorreceptores dentro do corpo?

1. Criando legendas

Identifique cada tipo de receptor tátil encontrado na pele.



a _____ b _____ c _____ d _____ e _____ f _____

2. Atividade de associação

Associe os seguintes termos com a descrição mais relacionada (alguns termos são usados mais de uma vez).

- Termorreceptores
- Nociceptores
- Barorreceptores
- Receptores táteis
- Quimiorreceptores
- Proprioceptores
- Terminações nervosas livres

a _____ Receptores mais comuns na pele

b _____ Sensível às substâncias dissolvidas nos fluidos corporais

c _____ Proporciona sensações de tato, pressão e vibração

d _____ Mecanorreceptores nas paredes dos principais vasos sanguíneos

e _____ Tipo de receptores localizados no hipotálamo

f _____ Tipo de receptores localizados no bulbo

g _____ Sensível à temperatura

h _____ Tipo de receptores localizados nos corpos carotídeos e aórticos

i _____ Tipo de receptores localizados nos seios carotídeos e aórticos

j _____ Mecanorreceptores que monitoram as posições dos músculos e das articulações

k _____ Proporciona sensações de dor

3. Resposta objetiva

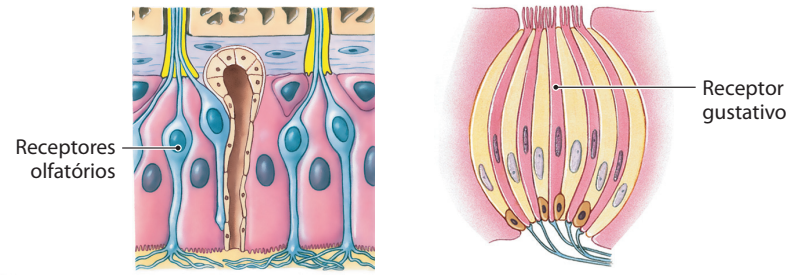
a Quais são os sentidos gerais?

b Liste os receptores sensitivos gerais que podem ser estimulados quando um mosquito pousa em seu braço e o pica.

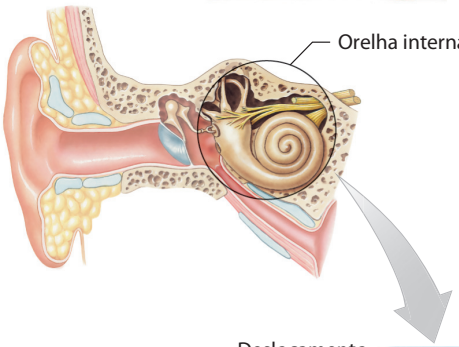
Sentidos especiais

Os **sentidos especiais** são **olfato** (cheiro), **visão**, **gustação** (gosto), **equilíbrio** e **audição**. São sensações proporcionadas por receptores estruturalmente mais complexos do que os dos sentidos gerais. Os receptores sensitivos especiais estão localizados nos **órgãos dos sentidos**, tais como o olho ou a orelha, nos quais os tecidos circundantes protegem os receptores. A informação que os receptores proporcionam é distribuída às áreas específicas do córtex cerebral (o córtex auditivo, o córtex visual, e assim por diante) e aos centros ao longo do tronco encefálico.

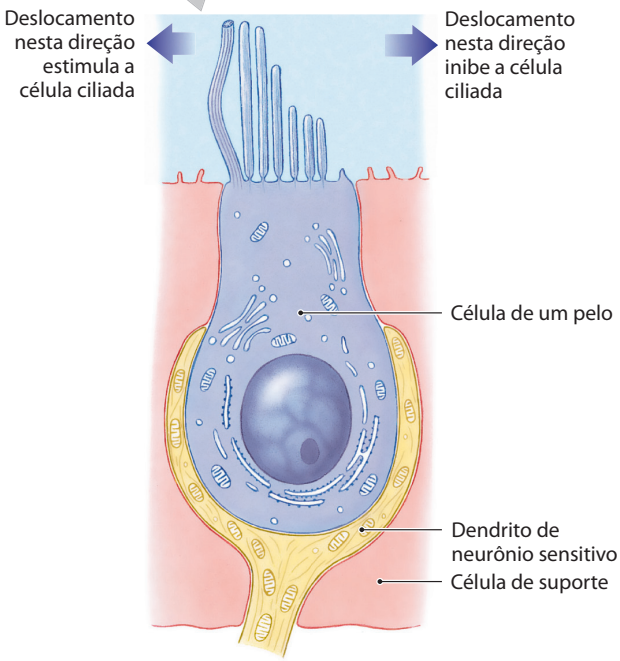
1 No olfato, os receptores sensitivos são neurônios modificados; na gustação, os receptores são células receptoras especializadas que se comunicam com os neurônios sensitivos. Em cada caso, os receptores sensitivos estão localizados dentro de epitélios expostos ao ambiente externo, e a informação é encaminhada diretamente ao SNC para processamento.



2 De modo oposto, os receptores responsáveis pelas sensações de equilíbrio e audição são isolados e protegidos do ambiente externo. Estão localizados dentro da orelha interna, um complexo órgão do sentido, e as informações sensitivas podem ser integradas e organizadas antes de serem encaminhadas ao SNC.



3 Os receptores da orelha interna são chamados de **células ciliadas** porque suas superfícies livres estão cobertas com processos especializados semelhantes a cílios e microvilosidades de outras células. São basicamente mecanorreceptores sensíveis ao contato ou ao movimento, estão sempre rodeados por células de suporte e monitorados pelos dendritos de neurônios sensitivos. Quando uma força externa empurra os prolongamentos de uma célula ciliada, a distorção da membrana plasmática altera o limiar a partir do qual as células ciliadas liberam transmissores químicos. Assim, as células ciliadas fornecem informações sobre a direção e intensidade dos estímulos mecânicos.



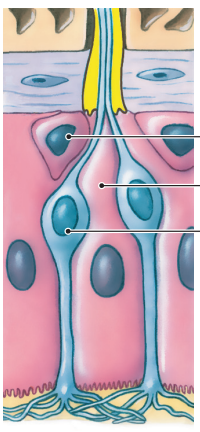
O olfato envolve os neurônios quimiorreceptores especializados, enquanto os receptores gustativos são células epiteliais especializadas

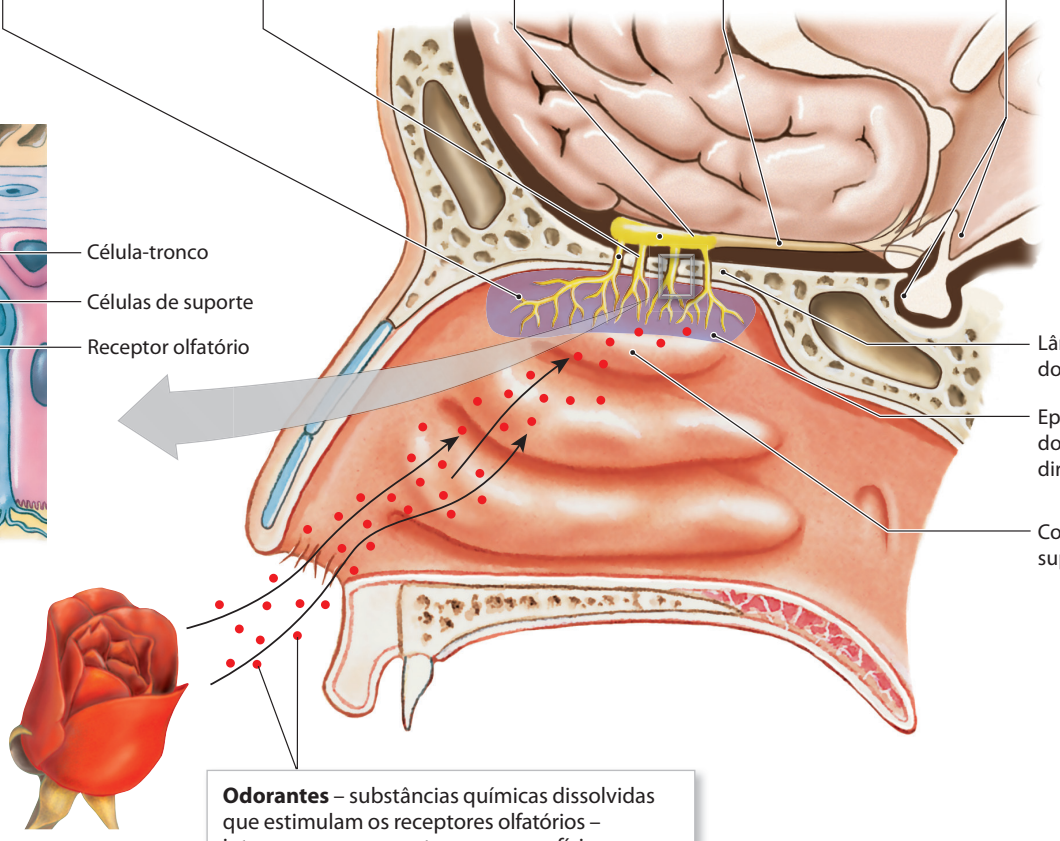
Olfato

1 A sensação do cheiro, mais precisamente chamada de **olfato**, é proporcionada por um par de **órgãos olfatórios**. Esses órgãos estão localizados na cavidade nasal, em ambos os lados do septo nasal. Cobrem a superfície inferior da lâmina cribriforme, a porção superior da lâmina perpendicular do etmoide e as conchas nasais superiores do osso etmoide.

Via olfativa para o cérebro

Os neurônios sensitivos, dentro do órgão olfatório, são estimulados pelas substâncias químicas do ar. Entre 10 e 20 milhões de receptores olfatórios estão compactados em uma área de aproximadamente 5 cm^2.	Os axônios que deixam o epitélio olfatório se agrupam em 20 feixes ou mais, que penetram a lâmina cribriforme do osso etmoide.	A primeira sinapse ocorre no **bulbo olfatório**, localizado logo acima da lâmina cribriforme.	Os axônios que deixam o bulbo olfatório viajam ao longo do **trato olfatório** para alcançar o córtex olfatório, o hipotálamo e porções do sistema límbico.	A distribuição da informação olfativa para o sistema límbico e hipotálamo explica as respostas comportamentais e emocionais profundas, bem como as memórias, que podem ser desencadeadas por alguns aromas.





Odorantes – substâncias químicas dissolvidas que estimulam os receptores olfatórios – interagem com receptores na superfície da membrana. Em geral, os odorantes são pequenas moléculas orgânicas; apenas quatro moléculas odorantes já são suficientes para ativar um receptor olfatório.

Gustação

O gosto, ou a **gustação**, fornece informações sobre os alimentos e os líquidos que consumimos. Os **receptores da gustação**, ou **receptores gustativos**, são distribuídos sobre a superfície superior da língua e porções adjacentes da faringe e da laringe. Os mais importantes receptores gustativos estão na língua.

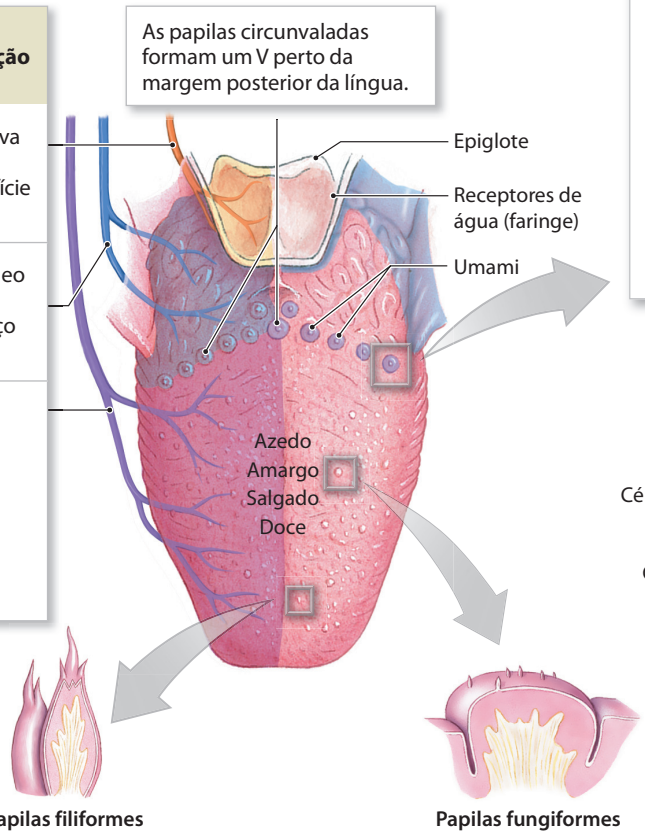
2 A superfície superior da língua apresenta projeções epiteliais chamadas de **papilas linguais** (*papila*, um monte em forma de mamilo). A língua humana tem três tipos de papilas linguais: (1) as papilas circunvaladas (*circum-*, cerca de + *vallum*, parede), (2) as papilas fungiformes (*fungo*, cogumelo) e (3) as papilas filiformes (*filum*, fio). As papilas circunvaladas e fungiformes contêm receptores gustativos e células epiteliais especializadas em estruturas sensitivas chamadas **botões gustativos**. Um adulto tem aproximadamente 5.000 papilas gustativas.

Nervos cranianos conduzem informação da gustação

O nervo vago (X) inerva as papilas gustativas espalhadas na superfície da epiglote.

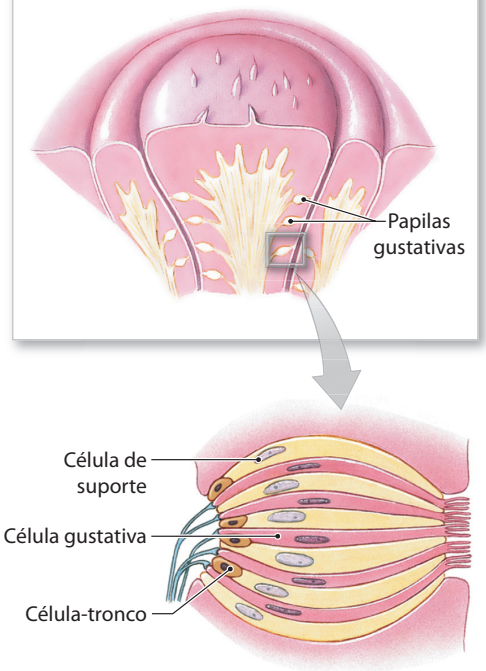
O nervo glossofaríngeo (IX) inerva as papilas circunvaladas no terço posterior da língua.

O nervo facial (VII) monitora todas as papilas gustativas localizadas nos dois terços anteriores da língua, da ponta até a linha das papilas circunvaladas.



Papilas circunvaladas

As **papilas circunvaladas** são relativamente grandes e têm a forma da extremidade de borrecha de um lápis, circundadas por pregas epiteliais profundas. Cada uma dessas papilas contém aproximadamente 100 botões gustativos.



Vista diagramática de um botão gustativo

3 Há alguma evidência de que a sensibilidade para as quatro principais sensações gustativas – doce, salgado, azedo e amargo – varia ao longo do eixo da língua. No entanto, não existem diferenças na estrutura das papilas gustativas, e em todas as partes da língua elas proporcionam todos os quatro sabores primários. Existem também duas outras sensações gustativas. O **umami** é um gosto agradável, característica de caldo de carne, caldo de galinha e queijo parmesão. Esse sabor é detectado pelos receptores sensíveis à presença de aminoácidos, pequenos peptídeos e nucleotídeos. São receptores presentes nas papilas gustativas das papilas circunvaladas. Os **receptores de água** estão especialmente concentrados na faringe. O hipotálamo processa a eferência sensitiva desses receptores e afeta o equilíbrio hídrico e a regulação do volume sanguíneo.

Revisão do Módulo 9.3

a. Descreva o olfato e seus receptores.

b. Descreva a gustação e seus receptores.

c. Trace a via olfativa, começando pelo epitélio olfatório.

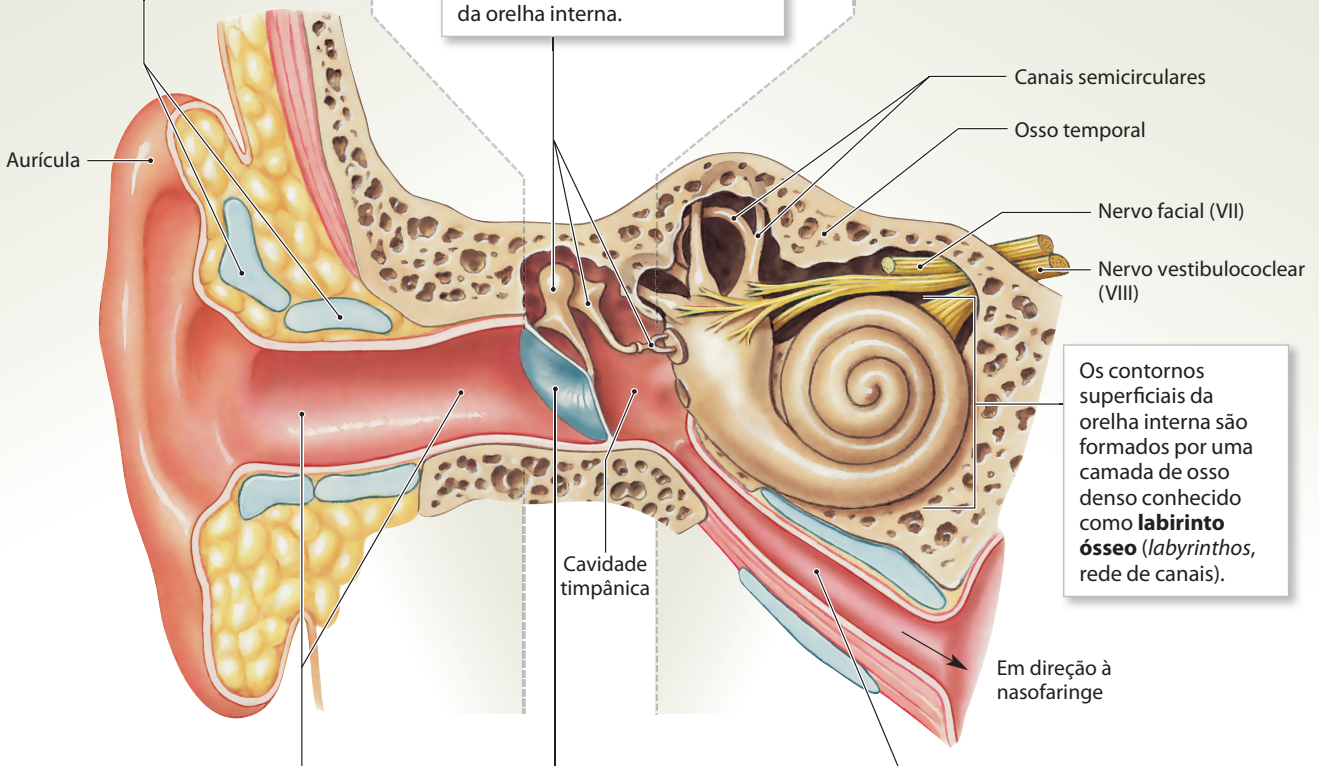
A orelha é dividida em orelha externa, orelha média e orelha interna

1 A orelha é dividida em três regiões anatômicas. As orelhas externa e média desempenham papel na audição, enquanto a orelha interna atua tanto na audição como no equilíbrio.

Orelha externa	Orelha média	Orelha interna
A **orelha externa** – a parte visível da orelha – capta e dirige as ondas sonoras em direção à orelha média.	A **orelha média**, ou cavidade timpânica, é uma câmara cheia de ar separada do meato acústico externo pela membrana timpânica. Está conectada à faringe pela tuba auditiva.	A **orelha interna** contém os órgãos sensitivos para a audição e o equilíbrio. Recebe ondas sonoras amplificadas da orelha média.

As cartilagens elásticas ajudam a manter o meato acústico externo aberto e proporcionam a flexibilidade da **aurícula**.

Os **ossículos da orelha média** são três pequenos ossos dentro da orelha média. Conectam a membrana timpânica com um dos complexos de receptores da orelha interna.



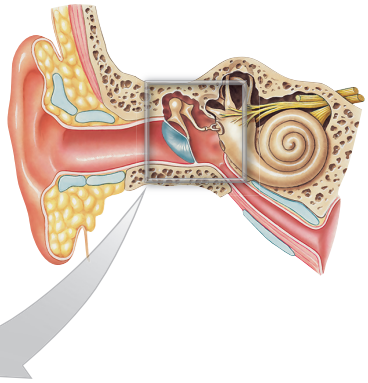
Os contornos superficiais da orelha interna são formados por uma camada de osso denso conhecido como **labirinto ósseo** (*labyrinthos*, rede de canais).

O **meato acústico externo** é uma passagem dentro do osso temporal. A pele que reveste essa passagem contém **glândulas ceruminosas** que secretam um material gorduroso e pastoso, o **cerume**, e apresenta grande número de pequenos pelos projetados para fora. Juntos, o cerume e os pelos ajudam a manter objetos estranhos e insetos distantes das estruturas internas delicadas. O cerume também retarda o crescimento de microrganismos no meato acústico externo, reduzindo as chances de infecção na orelha externa.

A **membrana timpânica**, também chamada de tímpano, situa-se no final do meato acústico externo. A membrana timpânica é uma membrana fina e semitransparente que separa a orelha externa da orelha média.

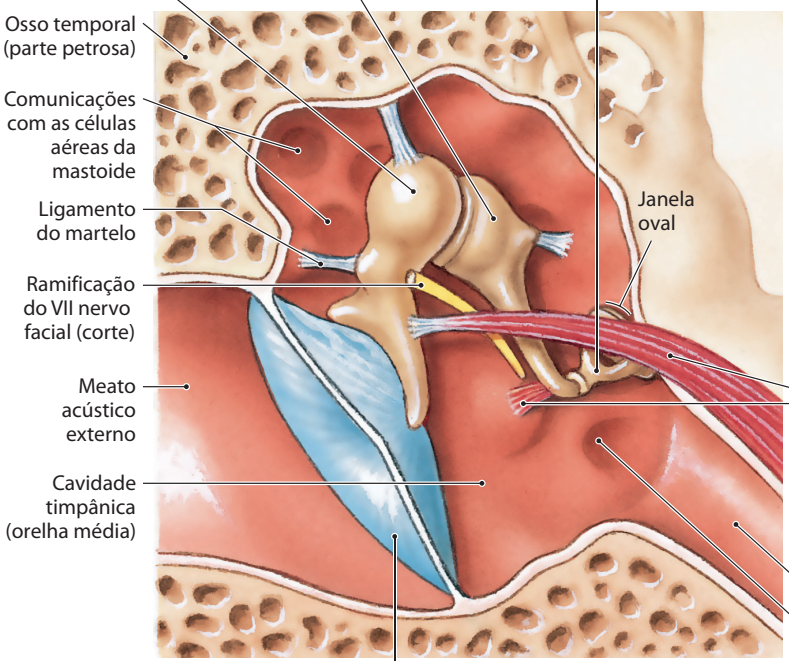
A **tuba auditiva** era chamada de trompa de Eustáquio no passado. A tuba auditiva permite a equalização das pressões sobre ambos os lados da membrana timpânica. A tuba auditiva, infelizmente, também pode permitir que microrganismos desloquem-se da nasofaringe para a orelha média. A invasão por microrganismos pode ocasionar desagradável infecção da orelha média conhecida como **otite média**.

2 A orelha média contém três ossículos e se comunica tanto com a parte superior da faringe (a nasofaringe), através da tuba auditiva, como com as células aéreas da mastoide, através de pequenas comunicações. As articulações entre os ossículos da orelha média são as menores articulações sinoviais no corpo. Cada ossículo tem uma pequena cápsula articular e ligamentos extracapsulares de sustentação.



Ossículos da orelha média

O **martelo** prende-se a três pontos da superfície interior da cavidade timpânica.	A **bigorna**, o ossículo do meio, liga o martelo ao estribo.	As bordas da base do **estribo** estão ligadas às bordas da janela oval, uma abertura no osso da superfície da orelha interna.



Músculos da orelha média

Pequenos músculos esqueléticos inserem-se sobre o martelo e o estribo. As contrações desses músculos reduzem a quantidade de vibração transmitida da membrana timpânica para a janela oval.

As ondas sonoras que chegam à orelha externa vibram a membrana timpânica, convertendo, assim, as ondas em movimentos mecânicos. Os ossículos da orelha média conduzem essas vibrações para a orelha interna, uma vez que estão ligadas, de tal forma, que um movimento de entrada e saída da membrana timpânica produz um movimento de balanço do estribo. Os ossículos, portanto, funcionam como um sistema de alavanca, que recolhe a força aplicada à membrana timpânica e concentra essa força na janela oval. Como a membrana timpânica é 22 vezes maior e mais pesada do que a janela oval, ocorre uma amplificação considerável, de forma que podemos ouvir sons muito fracos. Mas esse grau de amplificação pode ser um problema, quando estivermos expostos a ruídos muito altos. Contrações dos músculos inseridos no martelo e no estribo protegem a membrana timpânica e os ossículos de movimentos violentos em condições de ruído intenso.

Revisão do Módulo 9.4

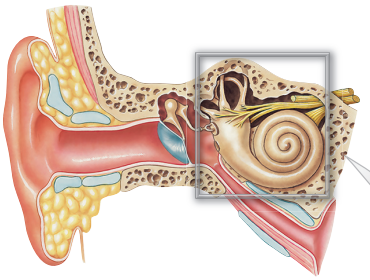
a. Quais são os três ossículos localizados na orelha média?

b. Qual é a função da tuba auditiva?

c. Por que as infecções da orelha externa são relativamente incomuns?

O labirinto ósseo protege o labirinto membranoso

1 A orelha interna contém os receptores para os sentidos especiais de equilíbrio e audição. Pode ser subdividida em labirinto ósseo e labirinto membranoso.



Labirinto ósseo

O **Labirinto ósseo** é uma concha de osso denso que envolve e protege o labirinto membranoso. Entre o labirinto membranoso e o labirinto ósseo flui a **perilinfa**, um líquido que se assemelha ao líquido cerebrospinal. O labirinto ósseo consiste em três partes: **canais semicirculares**, **vestíbulo** e **cóclea** (cóclea, concha em caracol).

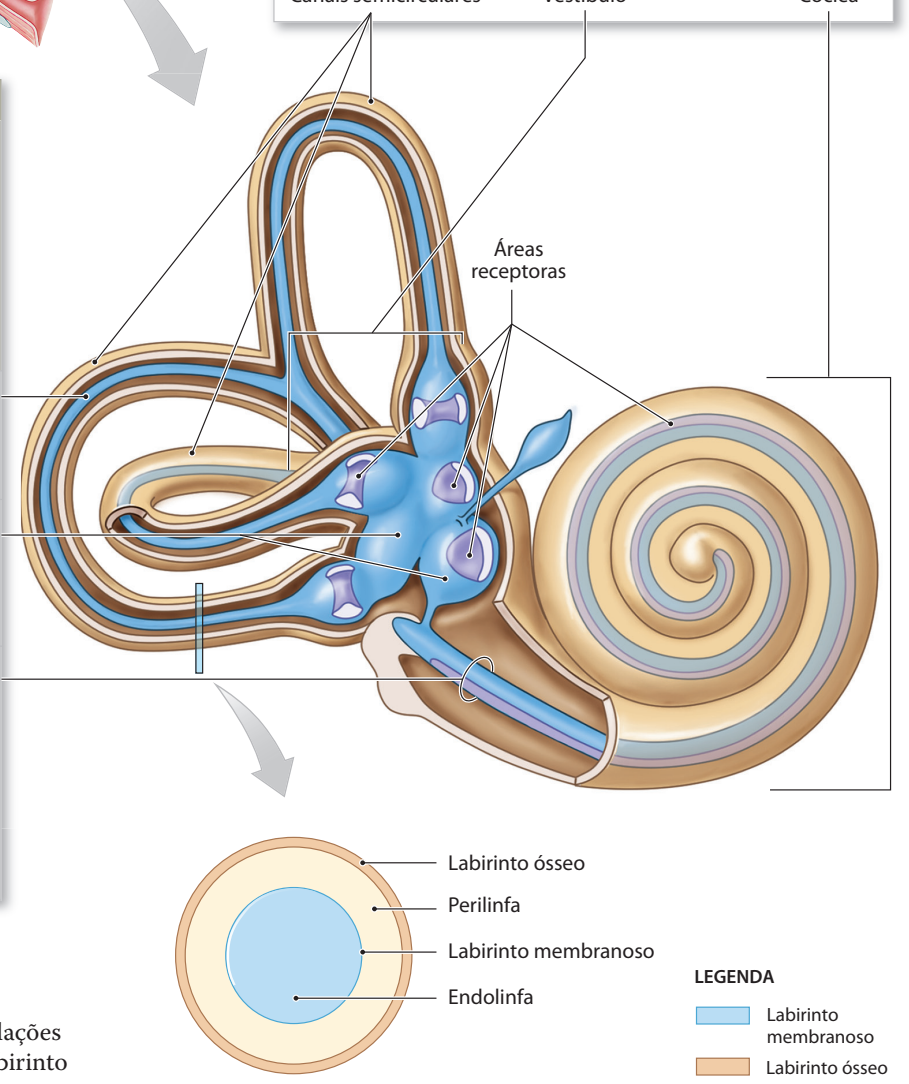
Labirinto membranoso

Uma coleção de tubos e câmaras cheios de líquido, conhecida como **labirinto membranoso**, abriga os receptores do equilíbrio e da audição. O labirinto membranoso contém um fluido chamado **endolinfa**. As células receptoras da orelha interna só podem funcionar quando expostas à composição iônica especial da endolinfa.

Os **ductos semicirculares** encontram-se dentro dos canais semicirculares. Seus receptores são estimulados pela rotação da cabeça.

O vestíbulo contém um par de sacos membranosos, o **utrículo** e o **sáculo**, que proporcionam sensações de gravidade e aceleração linear.

O **ducto coclear** é uma porção alongada, esguia do labirinto membranoso que está contido na cóclea. O ducto coclear acomoda-se como o recheio de um sanduíche entre um par de câmaras preenchidas por perilinfa. O complexo inteiro faz voltas em torno de um eixo ósseo central, em um arranjo espiral que se assemelha a uma concha de caracol.



2 A secção transversal de um canal semicircular ao lado mostra as relações entre o labirinto ósseo, a perilinfa, o labirinto membranoso e a endolinfa.

3 Este é um mapa conceitual simples, que resume informações sobre as regiões e as funções do labirinto membranoso.

Labirinto membranoso

O labirinto membranoso é preenchido por endolinfa e circundado por perilinfa e pelo labirinto ósseo.

Aparelho vestibular (equilíbrio)

O **aparelho vestibular** é a parte da orelha interna que proporciona sensações de equilíbrio por meio da detecção de rotação, gravidade e aceleração linear.

Ductos semicirculares

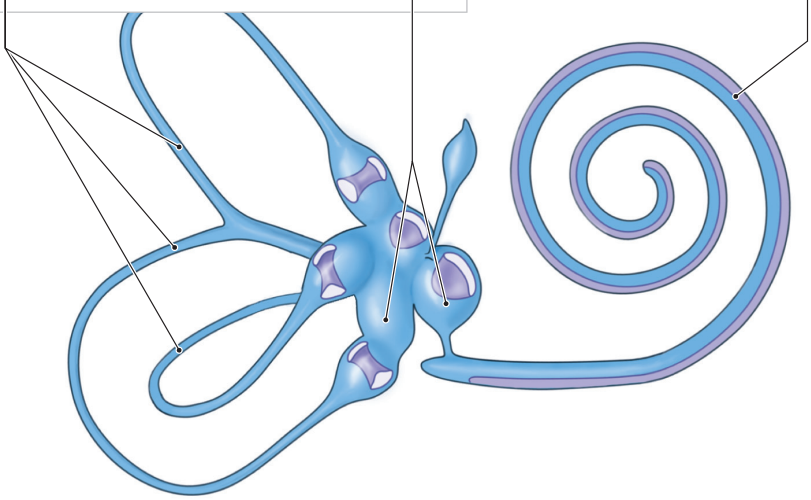
Os três ductos semicirculares monitoram os movimentos rotacionais em três planos diferentes.

Utrículo e sáculo

Estas câmaras contêm receptores sensíveis à posição da cabeça em relação à gravidade. Também respondem à aceleração linear.

Ducto coclear (audição)

O movimento do estribo na janela oval gera ondas de pressão que estimulam as células ciliadas em locais específicos ao longo do comprimento do ducto coclear.



A estrutura e a orientação do complexo receptor variam de uma parte para outra do labirinto membranoso. Com isso, cada região tem uma sensibilidade diferente. Os receptores do vestíbulo respondem à gravidade ou à aceleração; os receptores dos ductos semicirculares respondem apenas à rotação, e as células ciliadas no ducto coclear são sensíveis apenas ao som.

Revisão do Módulo 9.5

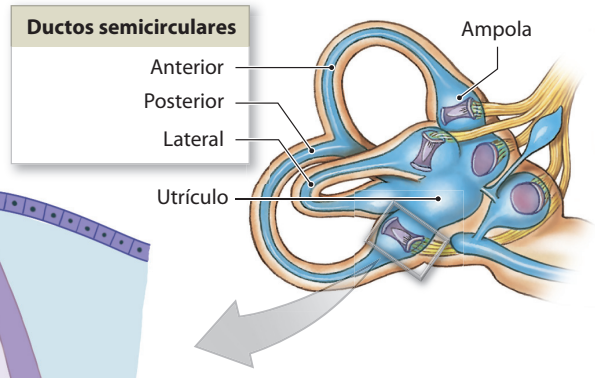
a. Identifique os componentes do labirinto ósseo.

b. O que separa o labirinto membranoso do labirinto ósseo?

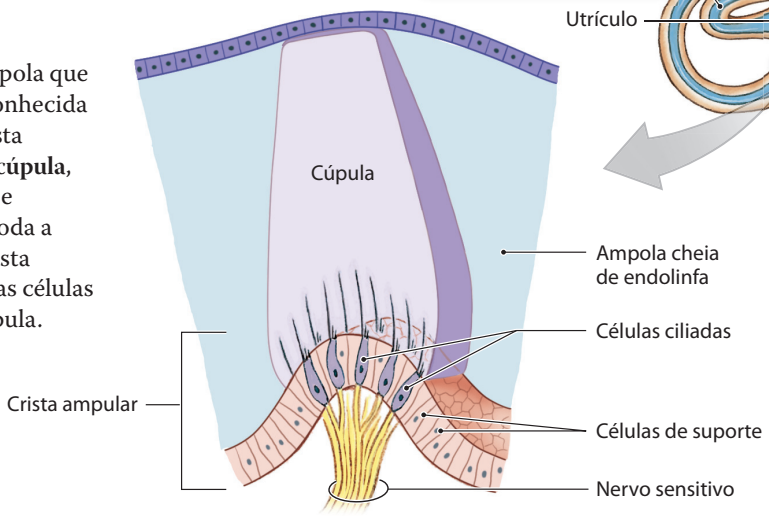
c. Explique as diferenças regionais nas sensibilidades dos vários complexos receptores do labirinto membranoso.

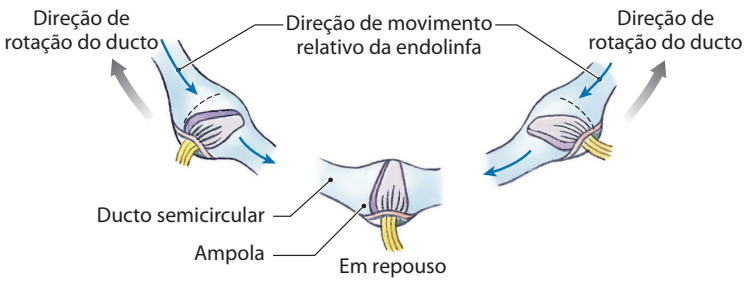
As células ciliadas nos ductos semicirculares respondem à rotação, enquanto as do utrículo e do sáculo respondem à gravidade e à aceleração linear

Os **ductos semicirculares anterior**, **posterior** e **lateral** são contínuos ao utrículo. Cada ducto semicircular contém uma **ampola**, uma região expandida que contém os receptores.



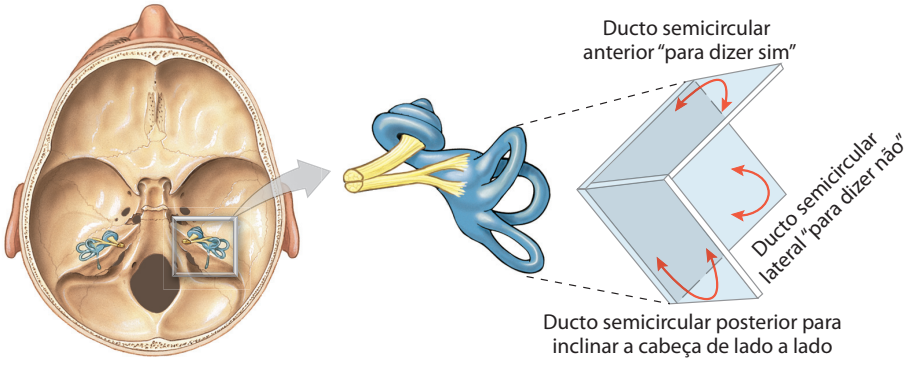
1 A região na parede da ampola que contém os receptores é conhecida como **crista ampular**. Cada crista ampular está vinculada a uma **cúpula**, uma estrutura flexível, elástica e gelatinosa que se estende por toda a largura da ampola. Em uma crista ampular, os prolongamentos das células ciliadas são incorporados à cúpula.



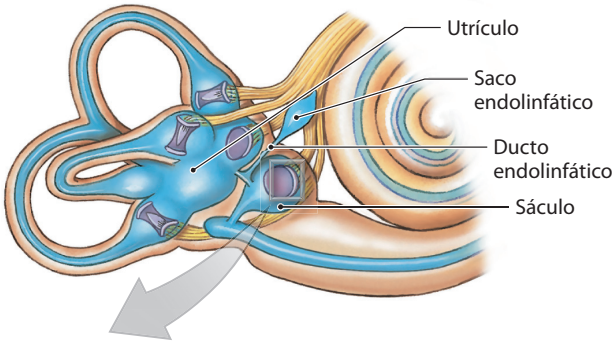


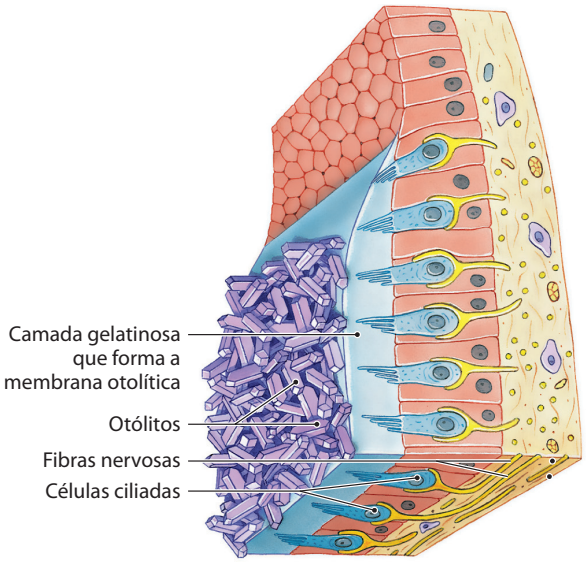
2 A cúpula tem uma densidade muito próxima à da endolinfa circundante, por isso ela flutua acima da superfície do receptor. Quando a cabeça gira no plano de um ducto semicircular, o movimento da endolinfa ao longo do comprimento do ducto empurra a cúpula para o lado, distorcendo os prolongamentos receptores. O movimento do fluido em uma direção estimula as células ciliadas, e o movimento na direção oposta inibe-as. Quando a endolinfa para de se mover, a cúpula elástica recua para a sua posição normal.

3 Mesmo o movimento mais complexo pode ser analisado em termos de deslocamento em três planos rotacionais. Cada ducto semicircular responde a um desses movimentos de rotação. Uma rotação horizontal, como quando a cabeça se move "para dizer não", estimula as células ciliadas do ducto semicircular lateral. Balançar a cabeça "para dizer sim" excita o ducto anterior, e inclinar sua cabeça de lado a lado ativa os receptores no ducto posterior.



4 O utrículo e o sáculo contêm uma estrutura sensitiva chamada de **mácula**, que proporciona sensações de equilíbrio, esteja o corpo em movimento ou parado. A mácula do utrículo é sensível às alterações no movimento horizontal. A mácula do sáculo é sensível ao movimento vertical.

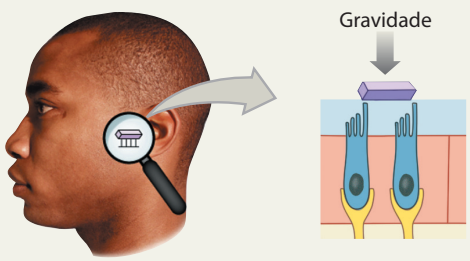




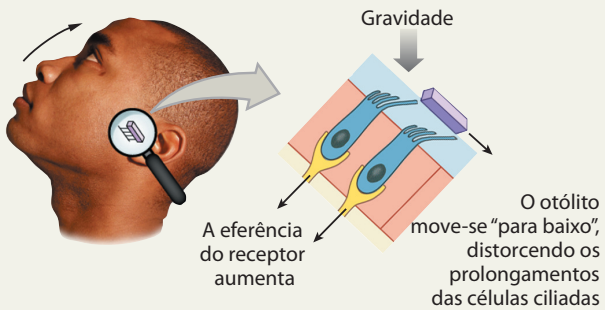
5 Os prolongamentos de células ciliadas são incorporados em uma membrana otolítica gelatinosa, cuja superfície contém cristais de carbonato de cálcio densamente compactados, chamados de **otólitos** ("pedras do ouvido").

6 As alterações na posição da cabeça causam distorção dos prolongamentos das células ciliadas nas máculas e enviam sinais para o cérebro.

Quando a cabeça está na posição normal, vertical, os otólitos se posicionam sobre a membrana otolítica da mácula. O peso deles faz pressão sobre a superfície macular, empurrando os prolongamentos das células ciliadas para baixo , em vez de empurrar de um lado para o outro.



Quando a cabeça está inclinada, a força da gravidade sobre os otólitos desloca-os para os lados, distorcendo, portanto, os prolongamentos das células ciliadas e estimulando os receptores maculares. Esse mecanismo é responsável pela percepção da aceleração linear, como quando se está em um veículo que acelera de repente. Os otólitos caem para trás e os efeitos sobre as células ciliadas são comparáveis a inclinar a cabeça para trás.



Revisão do Módulo 9.6

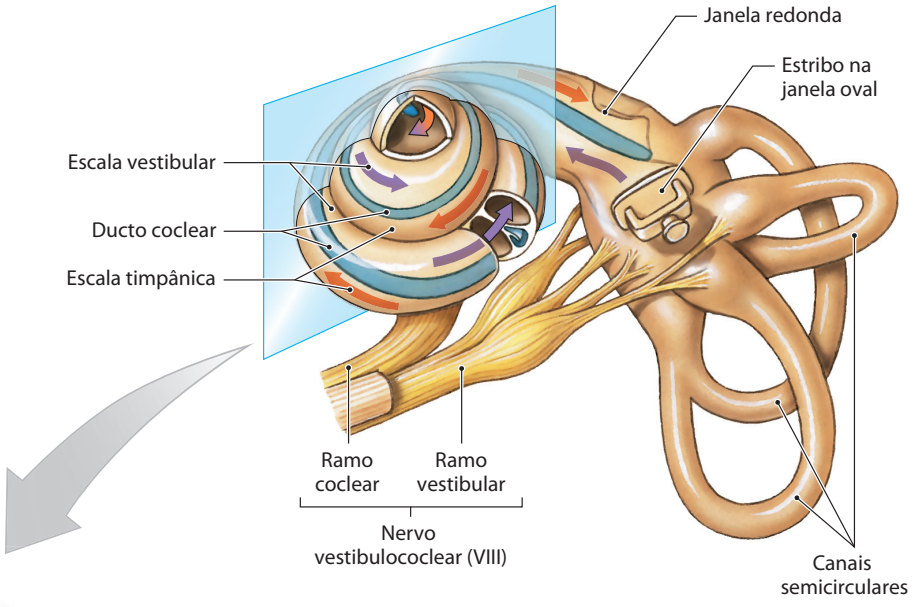
a. Defina otólitos.

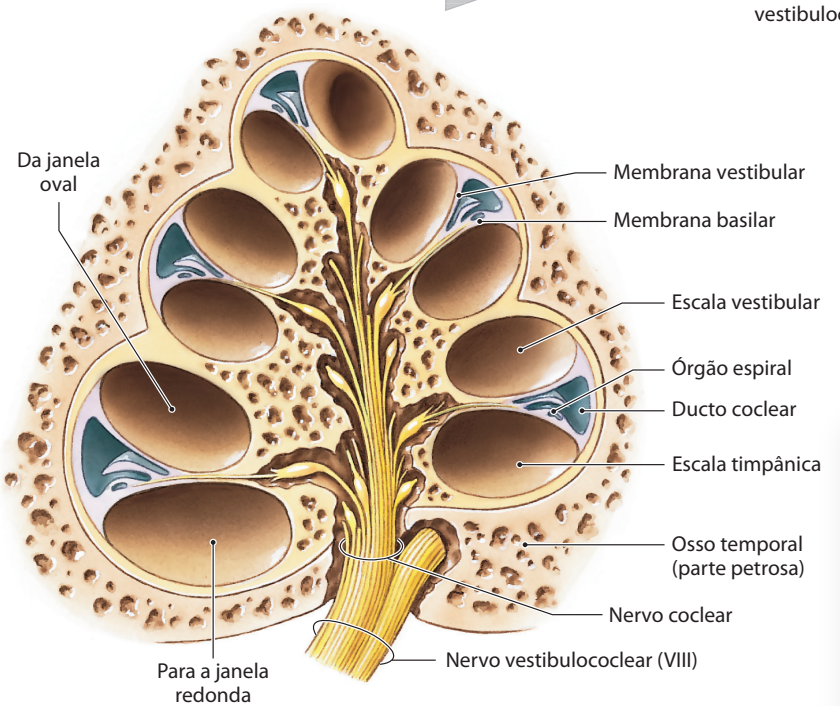
b. Cite a função dos receptores no sáculo e no utrículo.

c. Qual percepção sofreria interferência caso a cúpula do ducto semicircular lateral fosse danificada?

O ducto coclear contém as células ciliadas do órgão espiral

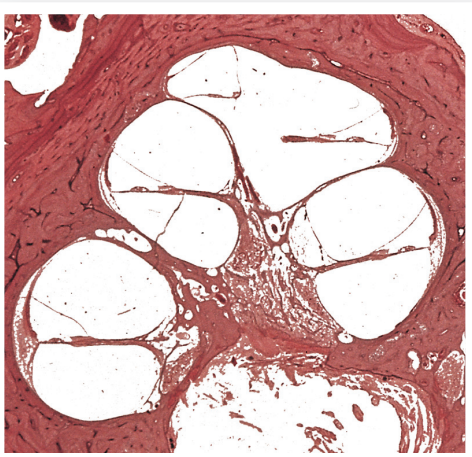
1 O **ducto coclear** situa-se entre um par de câmaras perilinfáticas: a **escala vestibular** e a **escala timpânica**. O labirinto ósseo recobre as superfícies exteriores desses ductos em todos os lugares, exceto na **janela oval** (a base da escala vestibular) e na **janela redonda** (a base da escala timpânica). Como a escala vestibular e a escala timpânica estão conectadas no ápice da espiral coclear, elas realmente formam uma câmara perilinfática longa e contínua. Essa câmara começa na janela oval, estende-se através da escala vestibular e prossegue ao redor de todo o topo da cóclea e para trás ao longo da escala timpânica, terminando na janela redonda.





LEGENDA

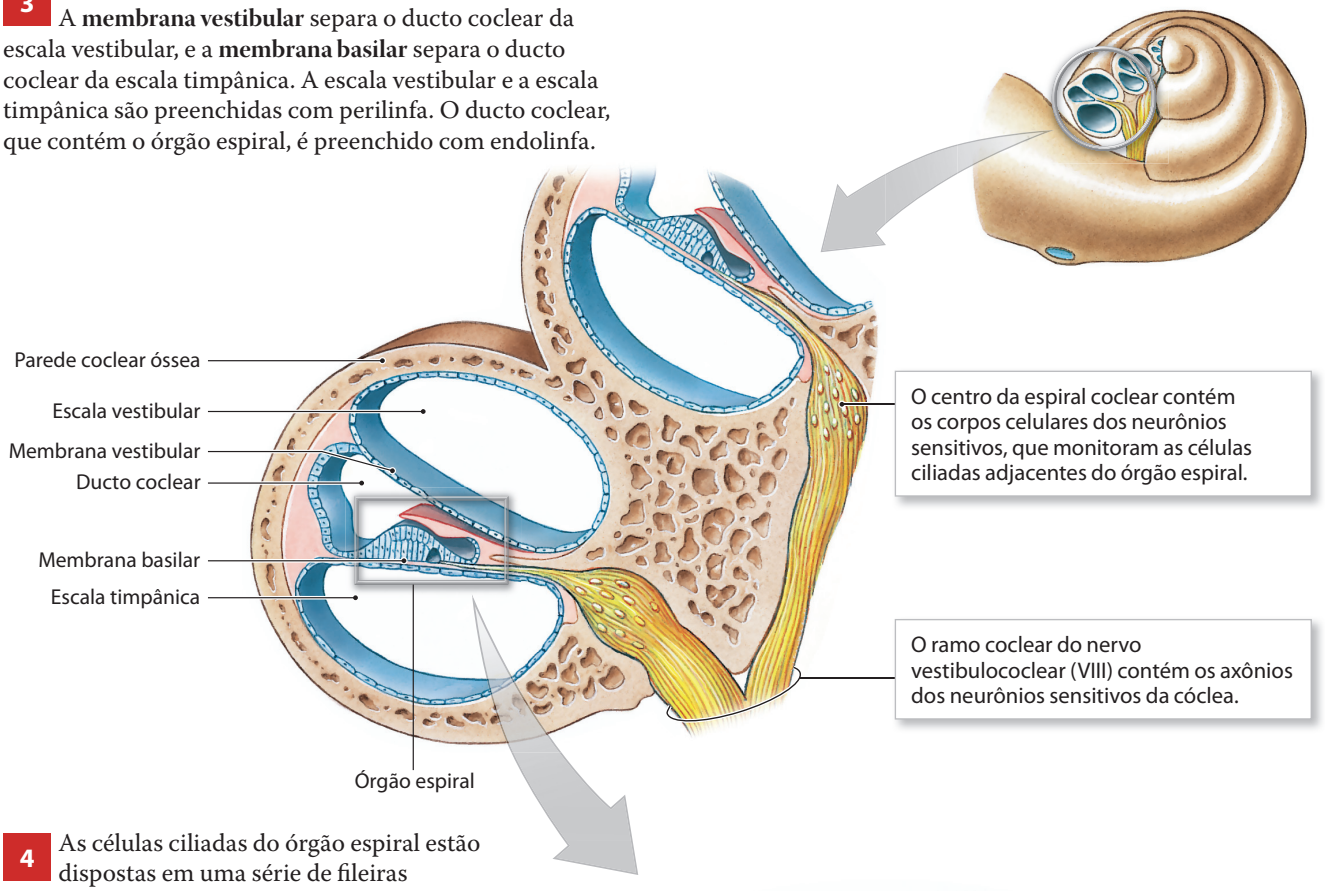
- Da janela oval até o ápice da espiral
- Do ápice da espiral até a janela redonda



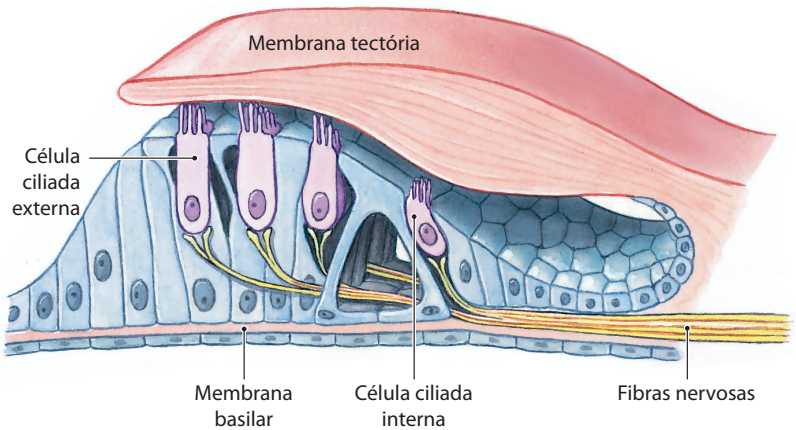
Vista em corte da espiral coclear LM × 200

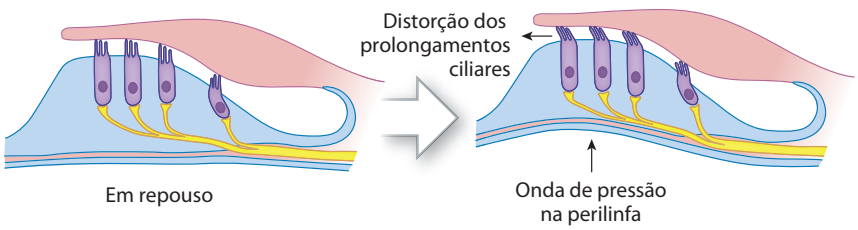
2 O ducto coclear é um tubo longo espiralado suspenso entre a escala vestibular e a escala timpânica. As células ciliadas do ducto coclear estão localizadas em uma estrutura denominada **órgão espiral**, ou órgão de Corti. O órgão espiral localiza-se sobre a membrana basilar. Tal como as câmaras da cóclea, o órgão espiral percorre todo o comprimento da cóclea.

3 Esta visão em corte mostra uma única volta da cóclea. A **membrana vestibular** separa o ducto coclear da escala vestibular, e a **membrana basilar** separa o ducto coclear da escala timpânica. A escala vestibular e a escala timpânica são preenchidas com perilinfa. O ducto coclear, que contém o órgão espiral, é preenchido com endolinfa.



4 As células ciliadas do órgão espiral estão dispostas em uma série de fileiras longitudinais. Seus prolongamentos estão em contato com a **membrana tectória** sobrejacente (*tectum*, teto). Essa membrana está fixada de maneira bem firme à parede interna do ducto coclear. Quando uma porção da membrana basilar se move para cima e para baixo em resposta às flutuações de pressão dentro da perilinfa, os prolongamentos das células ciliadas são pressionados contra a membrana tectória e distorcidos. Se a intensidade do movimento aumenta, mais células ciliadas – e mais fileiras de células ciliadas – são estimuladas. Essas mudanças de pressão dentro da perilinfa são acionadas por ondas sonoras que chegam à membrana timpânica.





Revisão do Módulo 9.7

a. Onde está localizado o órgão espiral?

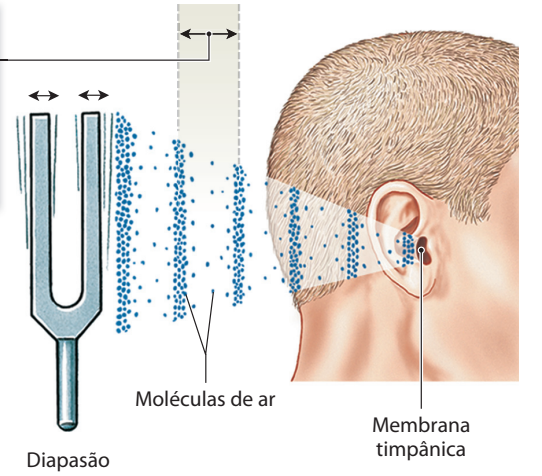
b. Nomeie os fluidos encontrados dentro da escala vestibular, da escala timpânica e do ducto coclear.

c. Identifique as estruturas visíveis à micrografia de luz da espiral coclear em visão seccional.

As sensações de tom e volume dependem de movimentos da membrana basilar

1 A audição é a percepção do som, que consiste em ondas de pressão conduzidas através de um meio, tal como o ar ou a água. No ar, cada onda de pressão consiste em uma região onde as moléculas de ar são comprimidas em conjunto e de uma região onde são separadas.

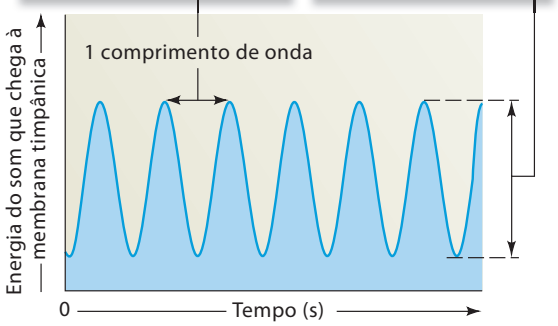
O **comprimento da onda** do som é a distância entre duas cristas de onda adjacentes (picos) ou, de forma equivalente, a distância entre duas depressões de onda adjacentes.



2 As ondas sonoras podem ser representadas graficamente como curvas em forma de S que se repetem em um padrão regular. Ao nível do mar, as ondas do som viajam pelo ar a aproximadamente 1.235 km/h. A **frequência** é o número de ondas que passam por um ponto de referência fixo, tal como a membrana timpânica, em um dado momento. Os físicos usam mais o termo "ciclos" em vez de ondas. Assim, a frequência de um som é medida em número de ciclos por segundo, essa unidade é chamada **hertz (Hz)**. O que percebemos como o tom de um som é a nossa resposta sensitiva para a sua frequência. Um som de alta frequência (tom alto e comprimento curto de onda) pode ter frequência de 15.000 Hz ou mais; um som de frequência muito baixa (tom baixo, comprimento de onda longo) poderia ter frequência de 100 Hz ou menos.

Como todas as ondas de som viajam na mesma velocidade, à medida que a frequência aumenta, o comprimento de onda deve se tornar mais curto.

A **amplitude** é determinada pela quantidade de energia transportada pela onda. Quanto mais alto o som, mais alta a amplitude.

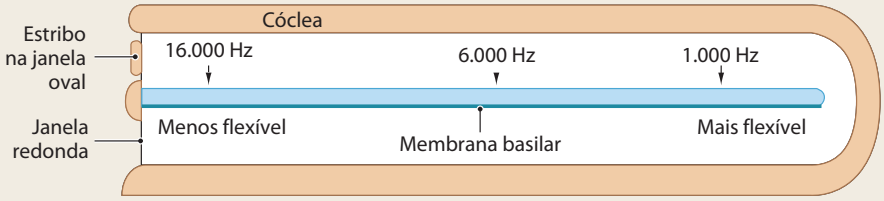


3 A tabela a seguir relaciona a **intensidade** – ou energia em ondas sonoras – de sons familiares. A intensidade determina quão alto ele parece; quanto maior o conteúdo de energia, maior é a amplitude, e mais alto o som. A energia sonora é relatada em **decibéis (dB)**.

Intensidade de sons representativos

Nível de decibéis	Exemplo	Tempo de exposição considerado perigoso
0	O mais baixo som audível	
30	Biblioteca silenciosa; sussurro suave	
40	Escritório silencioso; sala de estar; quarto distante de trânsito	
50	Tráfego leve distante; refrigerador; brisa suave	
60	Ar-condicionado a cerca de 6 m de distância, conversa, máquina de costura em funcionamento	
70	Tráfego intenso; restaurante barulhento	Algum risco, se a exposição for contínua
80	Metrô; tráfego urbano pesado; despertador a cerca de 60 cm de distância; fábrica barulhenta	Mais de 8 horas
90	Trânsito de caminhão; eletrodomésticos ruidosos; ferramentas de oficina; cortador de grama à gasolina	Menos de 8 horas
100	Motosserra; caldeiraria; britadeira	2 horas
120	Show musical; jateamento; trovão nas proximidades	Perigo imediato
140	Tiro; avião a jato	Perigo imediato
160	Plataforma de lançamento de foguetes	Inevitável perda de audição

4 A energia das ondas sonoras é uma pressão física. Quando as ondas sonoras atingem um objeto flexível, o objeto responde a essa pressão. Dada a combinação certa de frequências e amplitudes, o objeto começará a vibrar na mesma frequência do som, um fenômeno chamado de **ressonância**. Quanto mais alta a amplitude, maior será a vibração. Para você ser capaz de ouvir um som, sua membrana timpânica deve vibrar em ressonância com as ondas sonoras. Ondas de pressão na membrana timpânica geram movimento do estribo na janela oval. A flexibilidade da membrana basilar, sobre a qual o órgão espiral repousa, varia ao longo do seu comprimento. Como resul-tado, as ondas de pressão de diferentes frequências afetam diversas partes da membrana basilar. A localização da vibração é interpretada como o **tom**. O número de células ciliadas estimuladas é interpretado como **volume**.

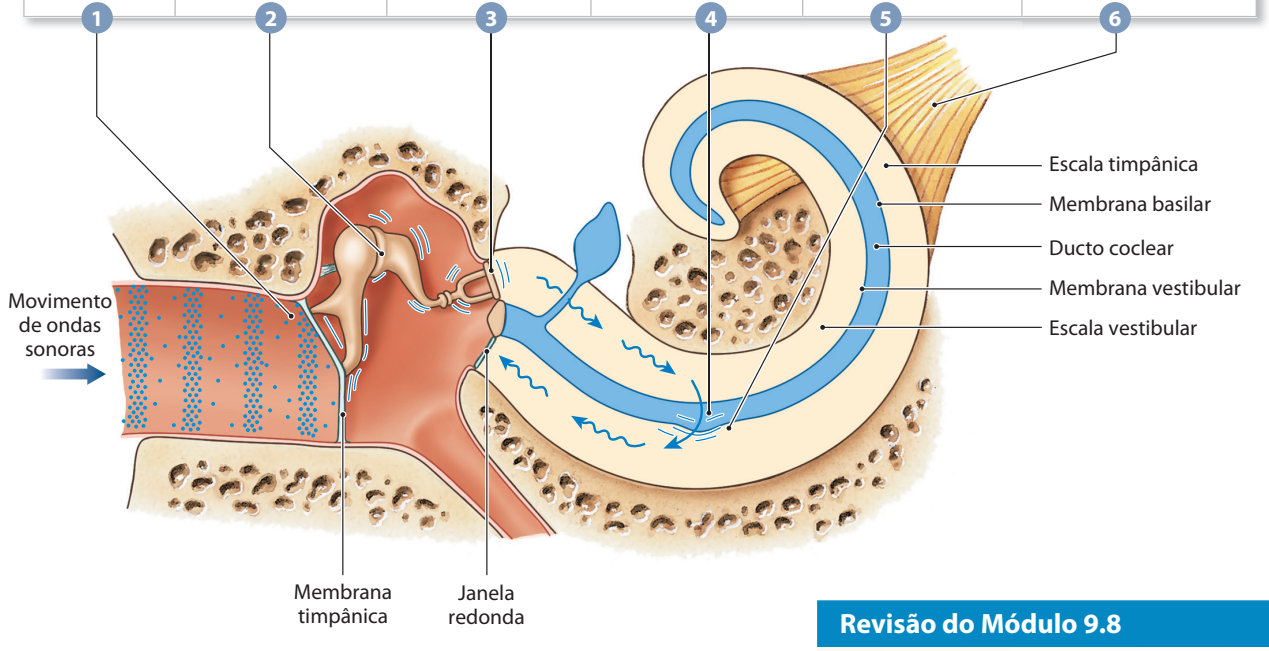


Este diagrama mostra o local onde o movimento da membrana basilar é produzido por ondas sonoras de frequências diferentes

5 Esta ilustração resume o que ocorre durante o processo de audição.

Eventos envolvidos na audição

1	2	3	4	5	6
As ondas sonoras chegam à membrana timpânica.	O movimento da membrana timpânica provoca deslocamento dos ossículos da orelha média.	O movimento do estribo na janela oval estabelece ondas de pressão na perilinfa da escala vestibular.	As ondas de pressão distorcem a membrana basilar a caminho da janela redonda da escala timpânica.	A vibração da membrana basilar faz com que as células ciliadas vibrem contra a membrana tectória.	Informações sobre a região e a intensidade de estimulação são transmitidas ao SNC, pelo ramo coclear do VIII nervo craniano.



Revisão do Módulo 9.8

a. Defina decibel.

b. Começando pelo meato acústico externo, liste o que ocorre no processo da audição.

c. Como a percepção do som seria afetada caso a janela redonda não pudesse se abaular, como resultado do aumento da pressão na perilinfa?

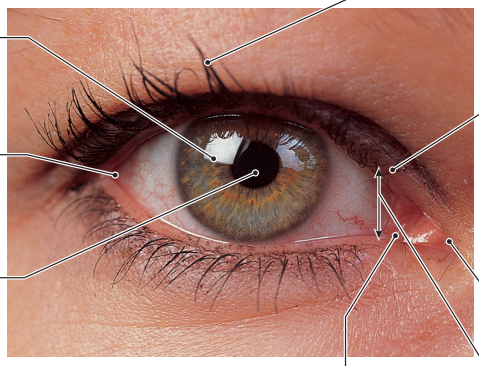
As estruturas acessórias do olho fornecem proteção, enquanto também permitem que a luz alcance o interior do olho

1 As **estruturas acessórias** do olho incluem pálpebras, cílios, epitélio superficial do olho e estruturas relacionadas à produção, à secreção e à drenagem de lágrimas.

A **córnea** é uma área transparente na superfície anterior do olho.

Lateralmente, as pálpebras estão conectadas na **comissura lateral**.

A luz entra no olho passando pela córnea e, em seguida, pela **pupila**, uma abertura no centro da **íris** colorida.



Pálpebras e cílios

Os **cílios**, ao longo das margens das pálpebras, são pelos robustos que ajudam a impedir que materiais externos atinjam a superfície do olho.

A **pálpebra** é uma continuidade da pele. O piscar contínuo da pálpebra mantém a superfície do olho lubrificada e remove poeira e detritos. As pálpebras também podem se fechar firmemente para proteger a superfície delicada do olho.

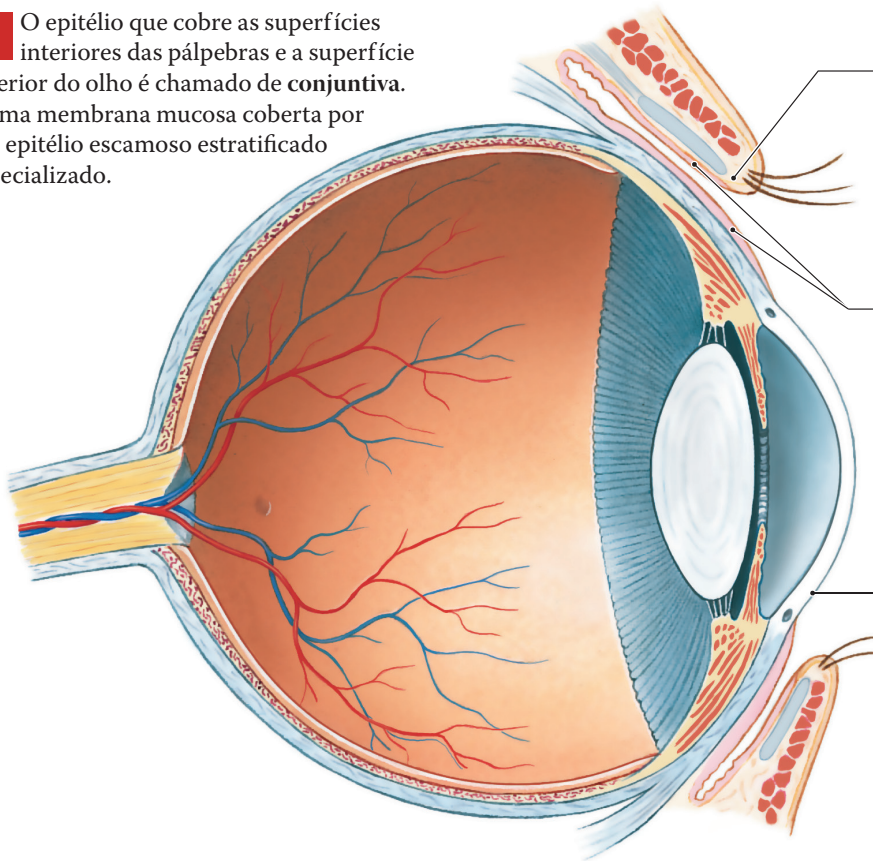
Medialmente, as duas pálpebras estão ligadas na **comissura medial**.

A **rima palpebral** é a lacuna que separa as margens livres das pálpebras superiores e inferiores.

As glândulas na **carúncula lacrimal** produzem a secreção espessa que causa depósitos arenosos que, às vezes, aparecem após uma boa noite de sono.

2 O epitélio que cobre as superfícies interiores das pálpebras e a superfície exterior do olho é chamado de **conjuntiva**. É uma membrana mucosa coberta por um epitélio escamoso estratificado especializado.

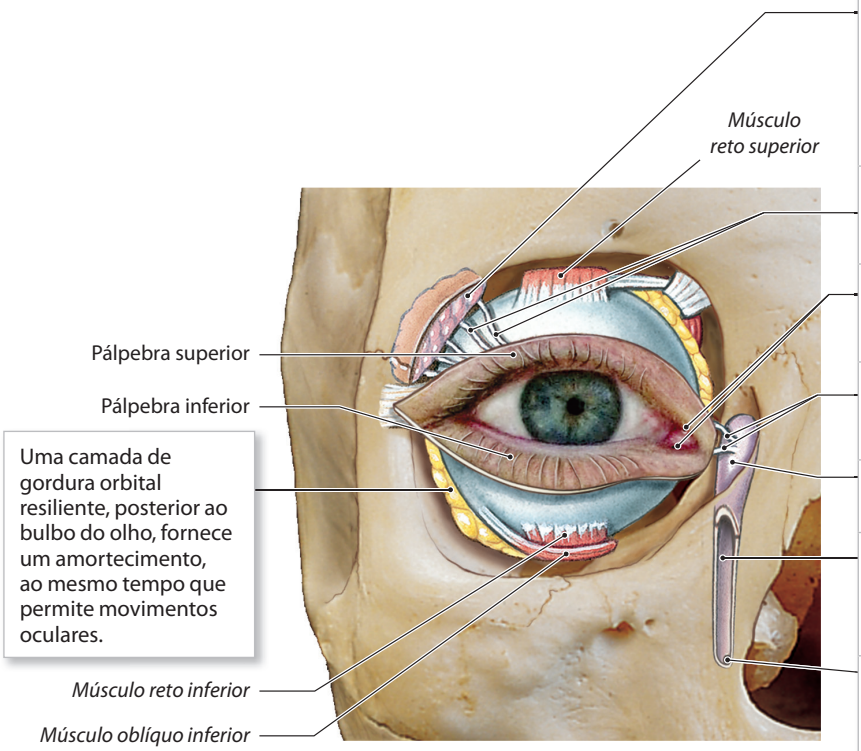
Ao longo da margem interna de cada pálpebra, glândulas sebáceas modificadas denominadas **glândulas tarsais** ou glândulas de Meibomio secretam um produto rico em lipídios que ajuda a impedir que as pálpebras grudem.



Conjuntiva

A conjuntiva é contínua ao epitélio muito delicado que cobre a superfície da córnea, uma porção transparente da superfície anterior do olho.

3 O fluxo constante de lágrimas mantém as superfícies da conjuntiva úmidas e limpas. As lágrimas reduzem o atrito, removem detritos, previnem a infecção bacteriana e fornecem nutrientes e oxigênio para o epitélio conjuntival. O **aparelho lacrimal** produz, distribui e remove lágrimas. O aparelho lacrimal de cada olho é composto de (1) glândula lacrimal com ductos associados, (2) par de canalículos lacrimais, (3) saco lacrimal e (4) ducto nasolacrimal.



Componentes do aparelho lacrimal

A **glândula lacrimal**, cujo formato lembra uma amêndoa, produz aproximadamente 1 ml de lágrimas ligeiramente alcalinas por dia. As lágrimas proporcionam lubrificação e suprem a demanda de nutrientes e oxigênio das células da córnea. As secreções da glândula lacrimal contêm a enzima antibacteriana **lisozima** e anticorpos que atacam os patógenos antes de eles entrarem no corpo.

Os **ductos lacrimais** conduzem as lágrimas da glândula lacrimal para o espaço posterior à pálpebra superior.

Os **pontos lacrimais** são dois poros pequenos que drenam o lago lacrimal (a área onde as lágrimas são coletadas).

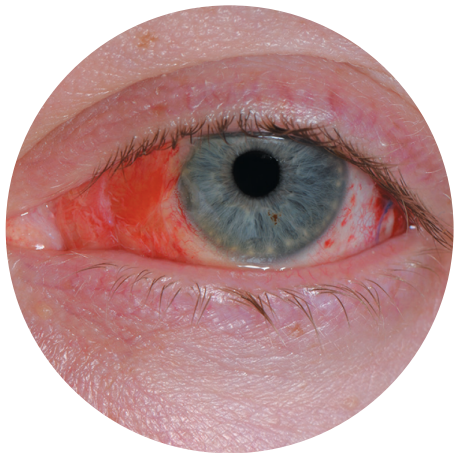
Os **canalículos lacrimais** são pequenos canais que ligam os pontos lacrimais ao saco lacrimal.

O **saco lacrimal** é uma pequena câmara que se aloja dentro do sulco lacrimal da órbita.

O **ducto nasolacrimal** origina-se na extremidade inferior do saco lacrimal. Ele passa pelo canal nasolacrimal e conduz as lágrimas para a cavidade nasal.

O ducto nasolacrimal desemboca no meato inferior, uma passagem estreita inferior e lateral à concha nasal inferior.

4 A **conjuntivite** resulta de danos e irritação à superfície da conjuntiva. O sinal mais evidente, a vermelhidão, deve-se à dilatação dos vasos sanguíneos na profundidade do epitélio conjuntival. Essa condição pode ser causada por infecção por agentes patogênicos ou por irritação física, alérgica ou química da superfície da conjuntiva.



Revisão do Módulo 9.9

a. Liste as estruturas acessórias do olho.

b. Explique o que é a conjuntivite.

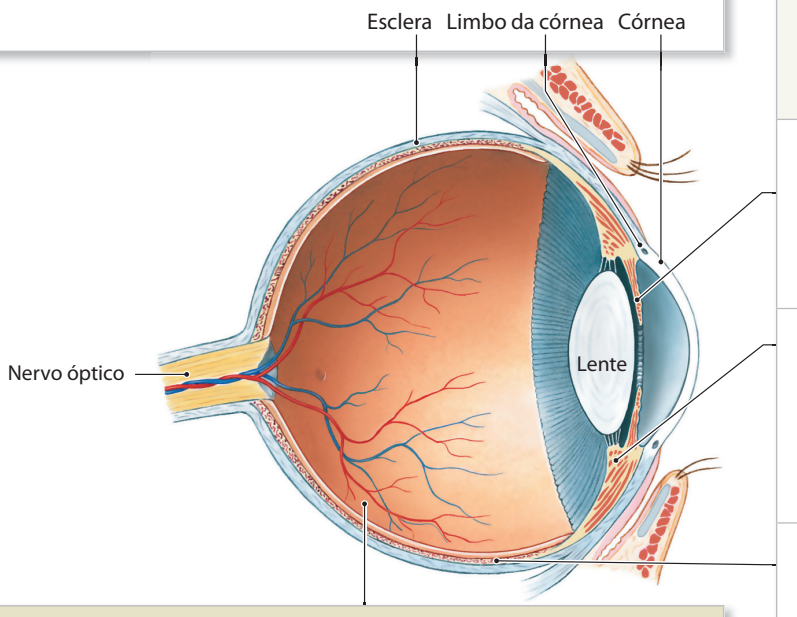
c. Qual camada do olho seria a primeira afetada como consequência da produção inadequada de lágrimas?

O olho tem uma parede em camadas; é oco, com as cavidades anterior e posterior cheias de líquido

1 A parede do olho tem três camadas.

Camada fibrosa

A **camada fibrosa**, camada mais externa do olho, é formada pela córnea e pela **esclera**. Esses dois componentes são contínuos e a fronteira entre os dois é chamada de **limbo da córnea**. A camada fibrosa (1) fornece suporte mecânico e um certo grau de proteção física, (2) serve como um local de ligação para os músculos extrínsecos do olho, e (3) contém a córnea. A córnea permite a passagem da luz, e sua curvatura auxilia na focalização.



Camada vascular

A **camada vascular** contém numerosos vasos sanguíneos, vasos linfáticos e os músculos intrínsecos do olho (músculos lisos). As funções dessa camada intermédia incluem (1) fornecer uma rota para os vasos sanguíneos e linfáticos que abastecem os tecidos do olho, (2) regular a quantidade de luz que entra no olho, (3) secretar e reabsorver o humor aquoso que circula no interior das câmaras do olho, e (4) controlar o formato da lente, uma parte essencial do processo de focalização.

A **íris** é visível através da superfície transparente da córnea. Contém os vasos sanguíneos, as células pigmentares e as camadas de fibras musculares lisas. Quando esses músculos contraem, o diâmetro da pupila e a quantidade de luz que entra no olho se alteram.

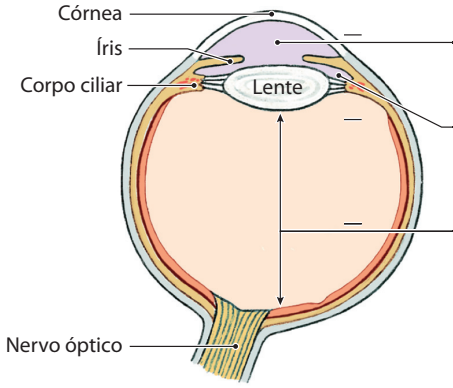
O **corpo ciliar** é uma região espessa que protrai para o interior do olho. É constituído de um anel de músculo liso e células epiteliais que secretam um líquido chamado **humor aquoso**. Os ligamentos que se estendem a partir do corpo ciliar mantêm a lente na posição posterior à íris e à pupila.

A **coroide** é uma camada vascular coberta pela esclera. A coroide contém uma rede extensa de capilares que fornece oxigênio e nutrientes para o tecido nervoso dentro da camada neural.

Camada neural

A **camada neural**, ou **retina**, é a camada mais interna do olho. A retina é formada por uma camada externa fina (a camada pigmentada) que absorve a luz, e uma camada interna espessa (a camada neural) que contém os **fotorreceptores** – células sensíveis à luz.

2 A vista transversal superior ao lado revela que o corpo ciliar e a lente dividem o interior do olho em uma **cavidade anterior** pequena e uma **posterior cavidade** grande.



Cavidade anterior

A **câmara anterior** estende-se desde a córnea até a íris.

A **câmara posterior** estende-se entre a íris, o corpo ciliar e a lente.

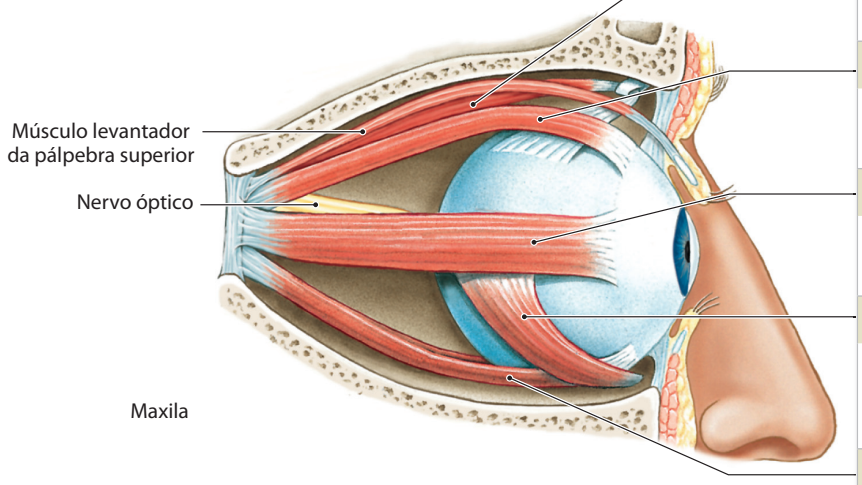
Cavidade posterior

A maior parte do volume da cavidade posterior é composta por uma substância gelatinosa conhecida como **corpo vítreo** ou humor vítreo.

Musculatura extrínseca do olho

Os músculos extrínsecos posicionam o olho.

3 Cinco dos seis músculos extrínsecos do olho são visíveis nesta vista lateral do olho direito.



Oblíquo superior
Ação: revirar os olhos, olhar para baixo e lateralmente
Nervo craniano: IV

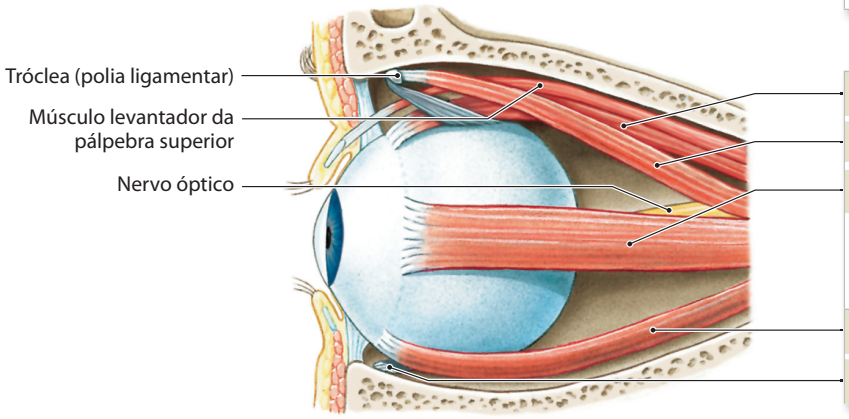
Reto superior
Ação: olhar para cima
Nervo craniano: III

Reto lateral
Ação: olhar lateralmente
Nervo craniano: VI

Oblíquo inferior
Ação: revirar os olhos, olhar para cima e lateralmente
Nervo craniano: III

Reto inferior
Ação: olhar para baixo
Nervo craniano: III

4 Um músculo adicional pode ser observado em uma vista medial do olho direito.



Reto superior

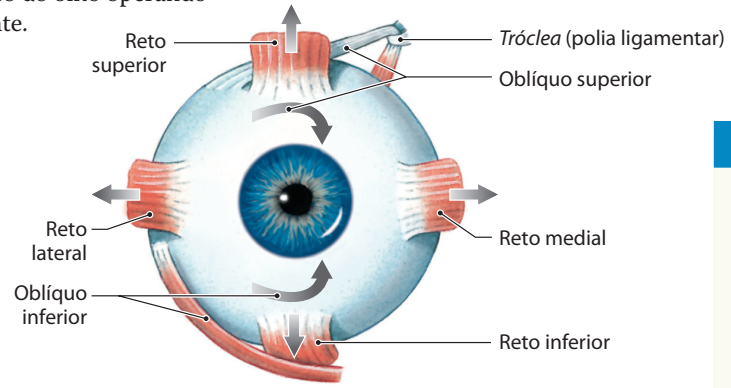
Oblíquo superior

Reto medial
Ação: olhar medialmente
Nervo craniano: III

Reto inferior

Oblíquo inferior

5 Esta vista anterior do olho direito mostra a direção dos movimentos oculares produzidos pela contração de cada músculo extrínseco do olho operando independentemente.



Revisão do Módulo 9.10

a. Quais são as três camadas do olho?

b. O que dá aos olhos a sua cor característica?

c. Identifique os músculos oculares extrínsecos e descreva a maneira pela qual cada um movimenta o olho.

O olho é altamente organizado e tem um eixo visual consistente que direciona a luz para a fóvea da retina

1 A vista seccional abaixo apresenta os principais aspectos da anatomia do olho, relacionados ao seu posicionamento e ao fato de permitir que a luz atinja os fotorreceptores da retina.

A córnea permite a entrada de luz no olho, por isso a sua transparência e limpidez são vitais para que o olho cumpra a sua função. A córnea é constituída principalmente por uma matriz densa que contém várias camadas de fibras colágenas, organizadas de modo a não interferir na passagem de luz. A córnea não tem nenhum vaso sanguíneo; as células epiteliais superficiais devem obter oxigênio e nutrientes através das lágrimas e do humor aquoso que fluem através de suas superfícies livres.

A lente encontra-se posterior à córnea e é mantida no lugar pelos **ligamentos** que se originam no corpo ciliar. É composta por camadas celulares concêntricas, circundadas por uma cápsula fibrosa densa. As células são finas, alongadas e cheias de proteínas transparentes responsáveis tanto pela limpidez como pela precisão do foco da lente. As fibras capsulares, ao redor das bordas da lente, misturam-se com as fibras dos ligamentos. A principal função da lente é focar a imagem visual sobre os fotorreceptores, e realiza essa função mudando de forma.

A tensão nos ligamentos resiste à tendência da lente de assumir uma forma esférica.

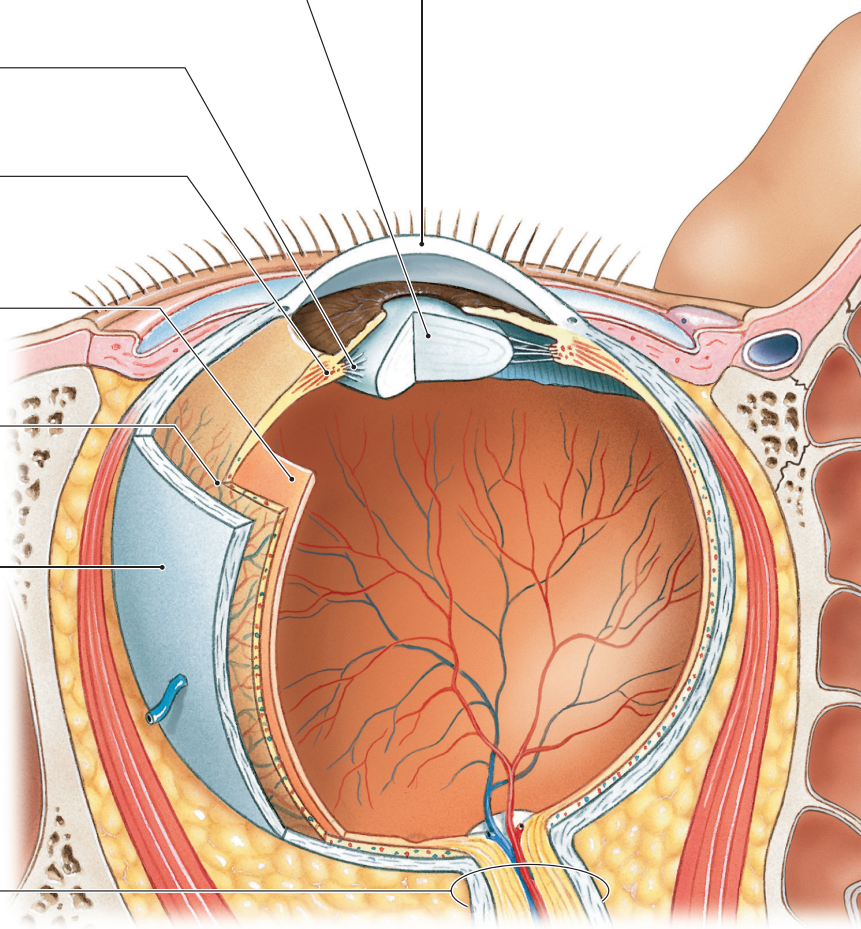
O corpo ciliar sustenta a lente e controla sua forma.

A retina contém os fotorreceptores, as células de pigmento, as células de apoio e os neurônios.

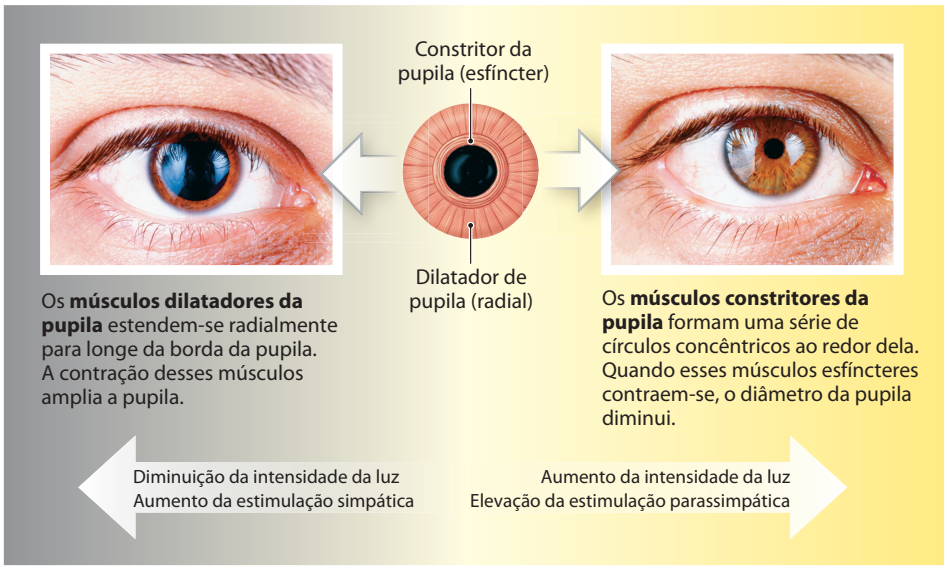
Os vasos sanguíneos da coroide fornecem, direta ou indiretamente, nutrientes para todas as estruturas no interior do olho.

A esclera, ou o "branco do olho", consiste em tecido conjuntivo fibroso denso, contendo tanto colágeno como fibras elásticas. É a camada mais espessa sobre a superfície posterior do olho, próxima à saída do nervo óptico, e a mais fina em relação à superfície anterior. A esclera estabiliza a forma do olho durante o movimento dos olhos. Os seis músculos oculares extrínsecos estão inseridos na esclera, misturando as suas fibras colágenas com as fibras da esclera.

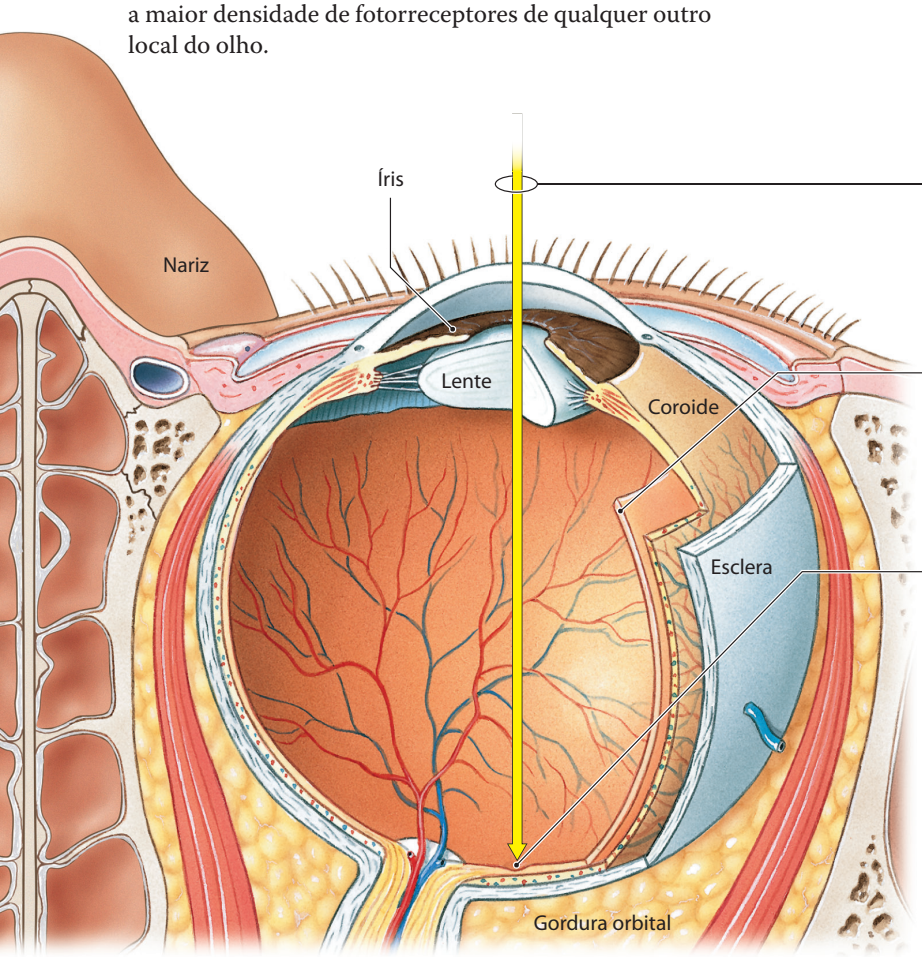
O **nervo óptico** (N II) envia a informação visual para o cérebro.



2 A quantidade de luz que entra no olho e passa pela lente é controlada pelas duas camadas de músculos da íris. Quando esses músculos lisos contraem, eles mudam o diâmetro da pupila. Ambas as camadas musculares são controladas pelo sistema nervoso autônomo. A ativação parassimpática, em resposta a uma luz brilhante, faz com que as pupilas se contraiam, enquanto a ativação simpática, em resposta à luz fraca, faz com que as pupilas se dilatem.



3 A luz que passa através do centro da córnea e do centro da lente atinge um local específico que contém a maior densidade de fotorreceptores de qualquer outro local do olho.



O **eixo visual** do olho é uma linha imaginária traçada a partir do centro de um objeto para o qual você está olhando diretamente, através do centro da córnea e do centro da lente do cristalino até a retina.

Os fotorreceptores estão localizados no interior da retina, na porção neural. O tipo e a densidade dos receptores variam, dependendo da região da retina em que estão localizados.

A maior concentração de fotorreceptores ocorre no centro de uma área denominada **mácula** (mancha). Essa área central é chamada de **fóvea** (depressão rasa). A fóvea é o local da visão mais nítida: quando se olha diretamente para um objeto, sua imagem cai nessa parte da retina.

Revisão do Módulo 9.11

a. Qual é a estrutura do olho que não contém vasos sanguíneos?

b. Liste as estruturas e os fluidos pelos quais a luz passa, desde a córnea até a retina.

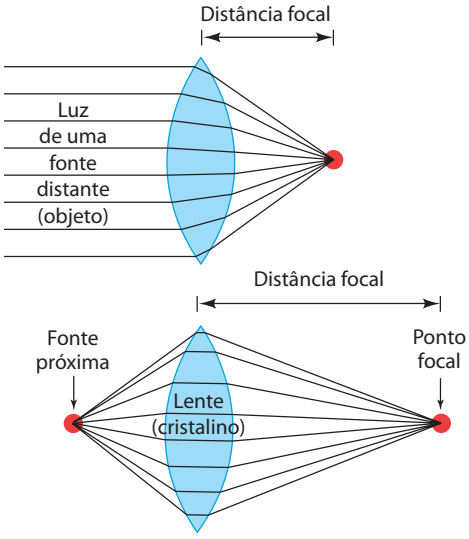
c. O que acontece com as pupilas quando a intensidade da luz diminui?

O foco produz uma imagem bem definida na retina

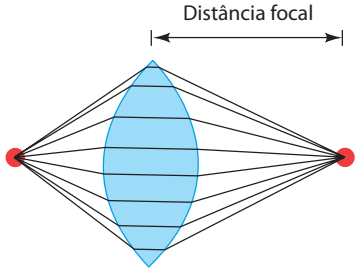
O olho é muitas vezes comparado a uma câmera fotográfica. Para fornecer informações úteis, a lente do olho (cristalino), como a lente de uma câmera, deve focalizar a imagem que se aproxima. Para que uma imagem esteja "focalizada", os raios da luz, provenientes de um objeto, devem atingir, de forma precisa, a superfície sensível da retina, formando uma pequena imagem do objeto. Se os raios não estiverem focalizados perfeitamente, a imagem formada é embaçada. O foco costuma ocorrer em duas etapas: quando a luz atravessa a córnea, e quando passa através da lente.

1 A luz é **refratada**, ou desviada, quando passa de um meio para outro meio cuja densidade seja diferente. No olho humano, a maior quantidade de refração ocorre quando a luz passa do ar para dentro dos tecidos da córnea, que tem uma densidade próxima à da água. Não é possível variar a quantidade de refração que ocorre na córnea. Uma refração adicional acontece quando a luz passa do humor aquoso para dentro da lente (cristalino), relativamente denso. A lente oferece a refração extra necessária para focalizar os raios de luz de um objeto em direção a um **ponto focal** – um ponto específico de intersecção na retina. A distância entre o centro da lente e o seu ponto focal é a **distância focal** da lente. Seja no olho ou em uma câmera, a distância focal é determinada pela distância do objeto à lente, e pela forma da lente.

2 Uma câmera focaliza uma imagem movendo a lente para perto ou para longe, tendo como referência o sensor de imagem digital. Esse método de focalização não funciona nos nossos olhos porque a distância entre a lente e a mácula não pode mudar. Nós focalizamos as imagens na retina alterando o formato da lente, para manter a distância focal constante, processo que é chamado de **acomodação**.

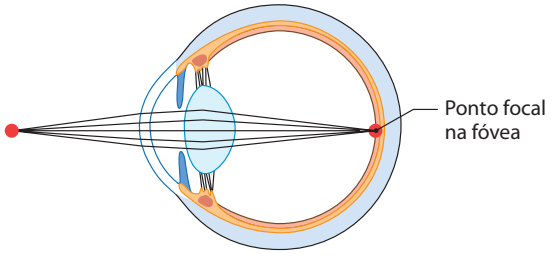


Quanto mais próxima a fonte de luz, maior será a distância focal



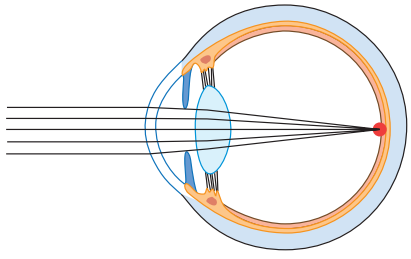
Quanto mais arredondada a lente, menor será a distância focal

Para visão próxima: músculo ciliar contraído, lente arredondada



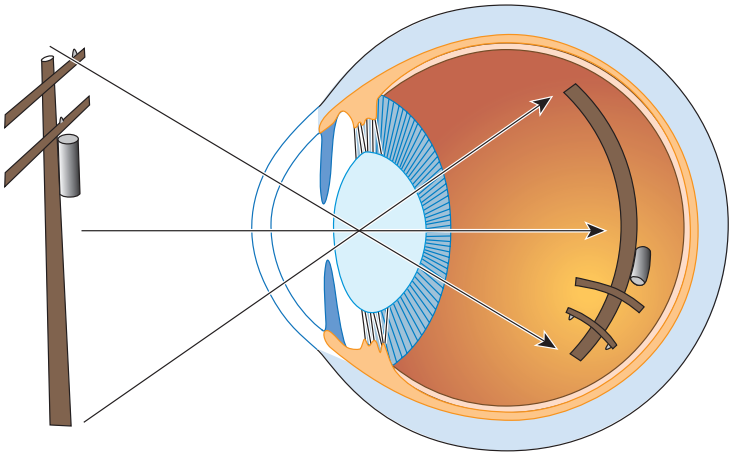
Quando o músculo ciliar do corpo ciliar contrai, o corpo ciliar move-se em direção à lente, reduzindo, assim, a tensão nos ligamentos. Em seguida, a cápsula elástica da lente a traciona para uma forma mais esférica, o que aumenta o poder de refração da lente, permitindo que ela traga luz de objetos próximos para foco na retina.

Para visão distante: músculo ciliar relaxado, lente achatada

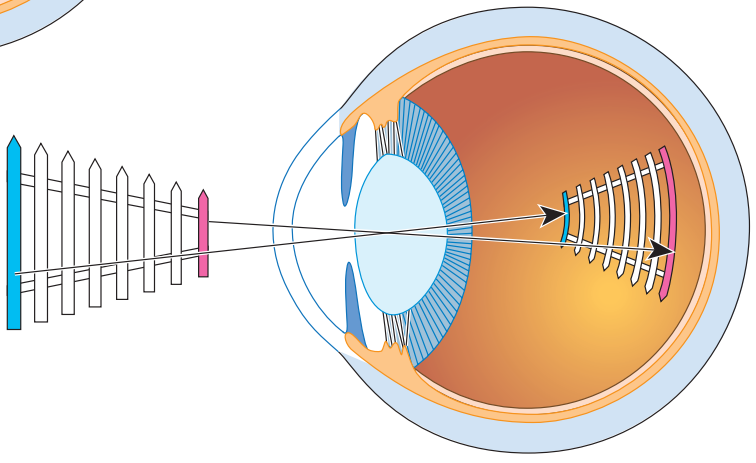


Quando o músculo ciliar relaxa, os ligamentos tensionam a circunferência da lente, fazendo com que ela fique achatada, focalizando na retina a imagem de um objeto distante.

3 Um objeto visualizado não é um ponto único; a imagem consiste em um grande número de pontos individuais, como os *pixels* em uma tela de computador. No olho, a luz que provém de cada ponto é focalizada sobre a retina, criando uma pequena imagem do original. No entanto, a imagem é invertida e reversa. O cérebro compensa essa inversão da imagem e nós não temos consciência de qualquer diferença entre a orientação da imagem na retina e a do objeto. A compensação é aprendida pela experiência – uma pessoa usando óculos que reverte e inverte a imagem visual pode adaptar-se à mudança de forma relativamente rápida.



Considere um corte sagital através de um olho que observa um poste. A imagem do topo do poste chega à parte inferior da retina, e a imagem da parte inferior do poste atinge o topo da retina.
Essas ilustrações estão fora de escala, porque a fóvea ocupa apenas uma pequena área da retina, e as imagens projetadas seriam minúsculas. Com isso, o cruzamento é demonstrado na lente, enquanto, na verdade, ocorre perto da fóvea.



Agora considere o mesmo corte sagital através de um olho que observa uma cerca. A imagem do lado esquerdo da cerca cai sobre o lado direito da retina, e a imagem da borda direita cai sobre o lado esquerdo da retina.

Maior refração é necessária para visualizar objetos muito próximos da lente. O limite de visão próxima nítida é determinado pelo grau de elasticidade da lente. As crianças geralmente conseguem focalizar algo a 7-9 cm do olho, mas ao longo do tempo a lente tende a tornar-se mais rígida e menos sensível. Um adulto jovem geralmente consegue focalizar objetos a 15-20 cm de distância. À medida que a idade avança, essa distância aumenta gradualmente. Aos 60 anos, o ponto mais próximo é a cerca de 83 cm de distância dos olhos.

Revisão do Módulo 9.12

a. Defina ponto focal.

b. Quando os músculos ciliares estão relaxados, você visualiza alguma coisa próxima ou distante?

c. Por que o ponto mais próximo da visão normalmente aumenta com a idade?

O tecido neural da retina contém múltiplas camadas de fotorreceptores, neurônios e células de suporte especializados

1 Esta vista seccional diagramática através do olho mostra a retina próxima da origem do nervo óptico.

Área pigmentada da retina

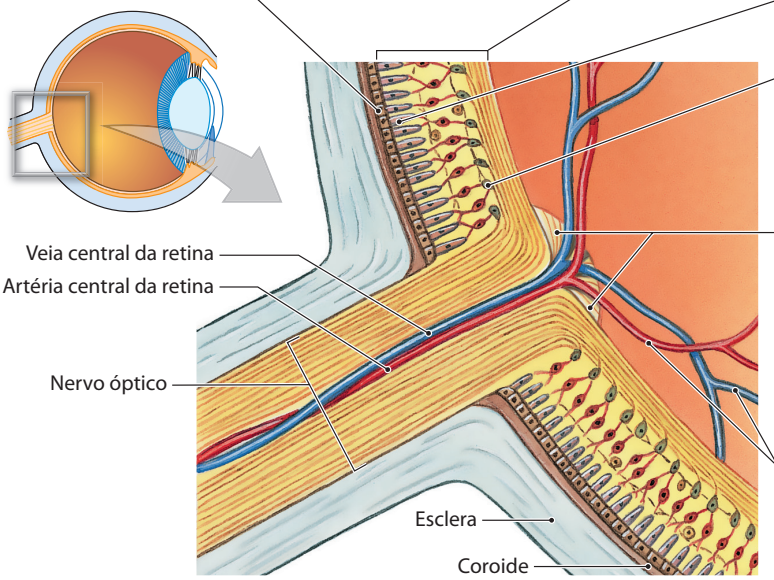
A área pigmentada da retina absorve a luz que passa pela parte neural, impedindo que a luz ricocheteie de volta e produza "ecos" visuais. As células pigmentadas também têm interações bioquímicas importantes com os fotorreceptores, localizados na parte neural da retina.

Área neural da retina

A área neural da retina contém fotorreceptores, células de sustentação e neurônios que realizam um processamento preliminar e a integração da informação visual.

A camada mais externa, mais próxima à parte pigmentada da retina, contém os fotorreceptores.

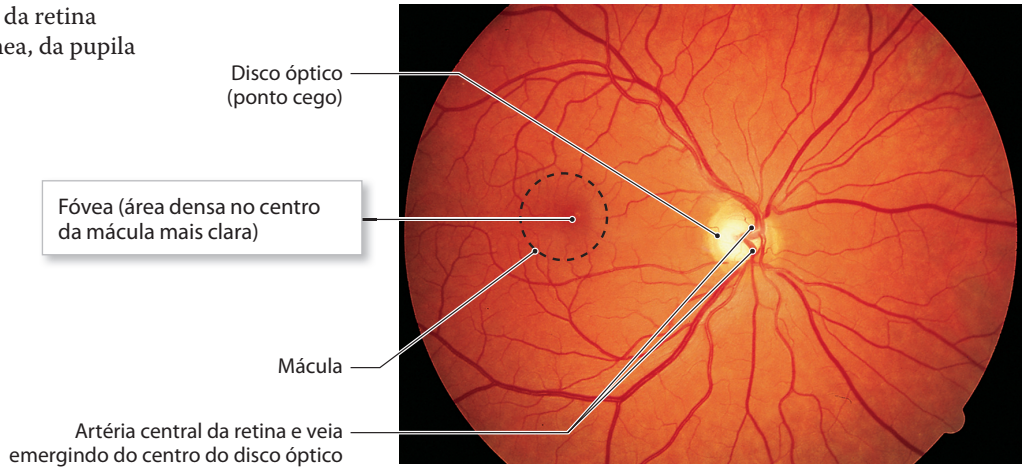
As **células ganglionares** formam a camada mais interna das células na parte neural da retina.



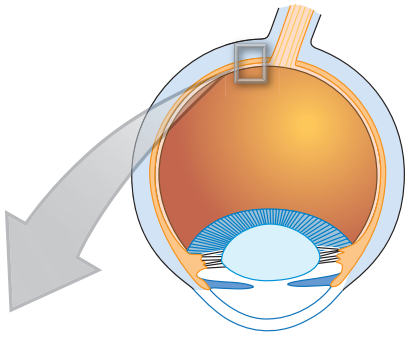
Os axônios das células ganglionares convergem no **disco óptico** para formar o nervo óptico, que leva informação visual ao cérebro. O disco óptico não tem nenhum fotorreceptor, porque a imagem que cai nessa área da retina não pode ser detectada e é chamada de **ponto cego**.

Os vasos sanguíneos entram e saem do interior do olho, dentro do nervo óptico. Irradiam através da superfície interior do olho, nutrindo as camadas internas de células na parte neural da retina.

2 Esta é uma fotografia da retina tirada através da córnea, da pupila e da lente do olho direito.



3 Esta vista seccional mostra que a retina contém várias camadas de células especializadas, incluindo dois tipos de fotorreceptores: cones e bastonetes.



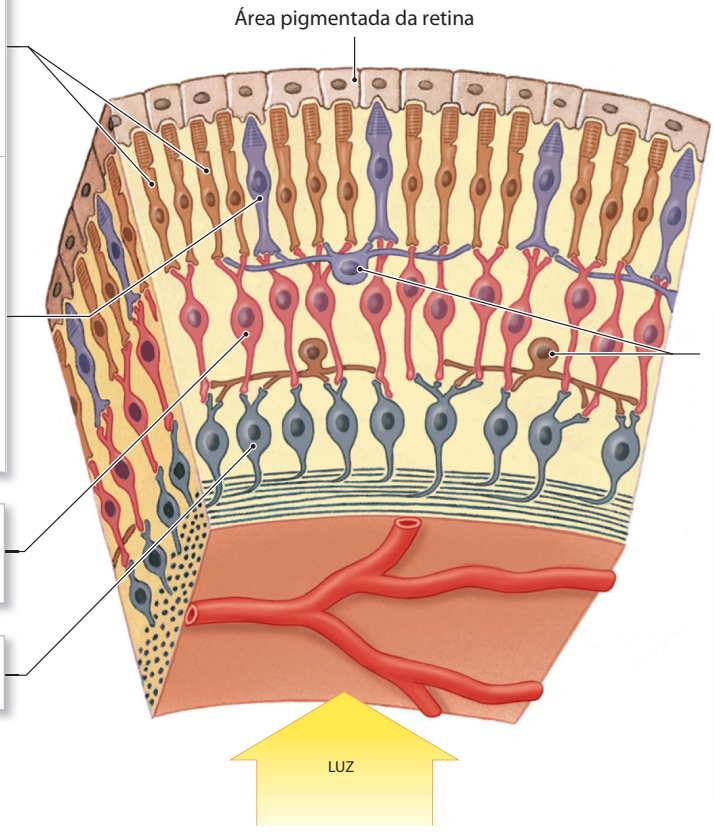
Fotorreceptores da retina

Os **bastonetes** não discriminam as cores. Altamente sensíveis, permitem que enxerguemos em quartos mal iluminados, ao crepúsculo e à luz da lua. A retina de cada olho contém aproximadamente 125 milhões de bastonetes. A densidade deles é maior na periferia da retina, na qual existem muito poucos cones.

Os **cones** nos proporcionam a visão das cores. Oferecem imagens mais nítidas e vivas do que os bastonetes, mas necessitam de luz mais intensa. A retina de cada olho contém aproximadamente 6 milhões de cones. A densidade dos cones atinge o seu máximo na fóvea da mácula, na qual não existem bastonetes.

Os bastonetes e os cones realizam sinapses com neurônios chamados de **células bipolares**.

As células bipolares realizam sinapse nas células ganglionares.



Outras células da retina podem facilitar ou inibir a comunicação entre os fotorreceptores e as células ganglionares, alterando, assim, a sensibilidade da retina. O efeito é comparável a ajustar o contraste da tela em um aparelho de televisão. Essas células desempenham papel importante na adaptação do olho tanto em ambientes com pouca luz como nos bastante iluminados.

Quando você olha diretamente para um objeto, a imagem cai na fóvea, o centro da visão que regula a cor e a nitidez da imagem. Contudo, em ambientes com pouca luz, os cones não funcionam. É por isso que não se consegue enxergar uma estrela fraca apenas olhando diretamente para ela, mas é possível vê-la deslocando o seu olhar para um lado ou para o outro, de modo que a imagem caia nos bastonetes mais sensíveis.

Revisão do Módulo 9.13

a. Defina cones e bastonetes e descreva resumidamente suas funções.

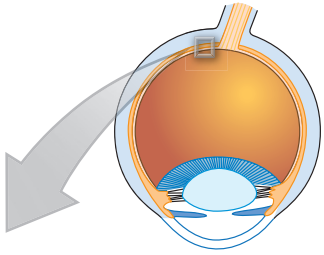
b. Ao entrar em uma sala mal iluminada, você será capaz de ver claramente? Por que sim ou por que não?

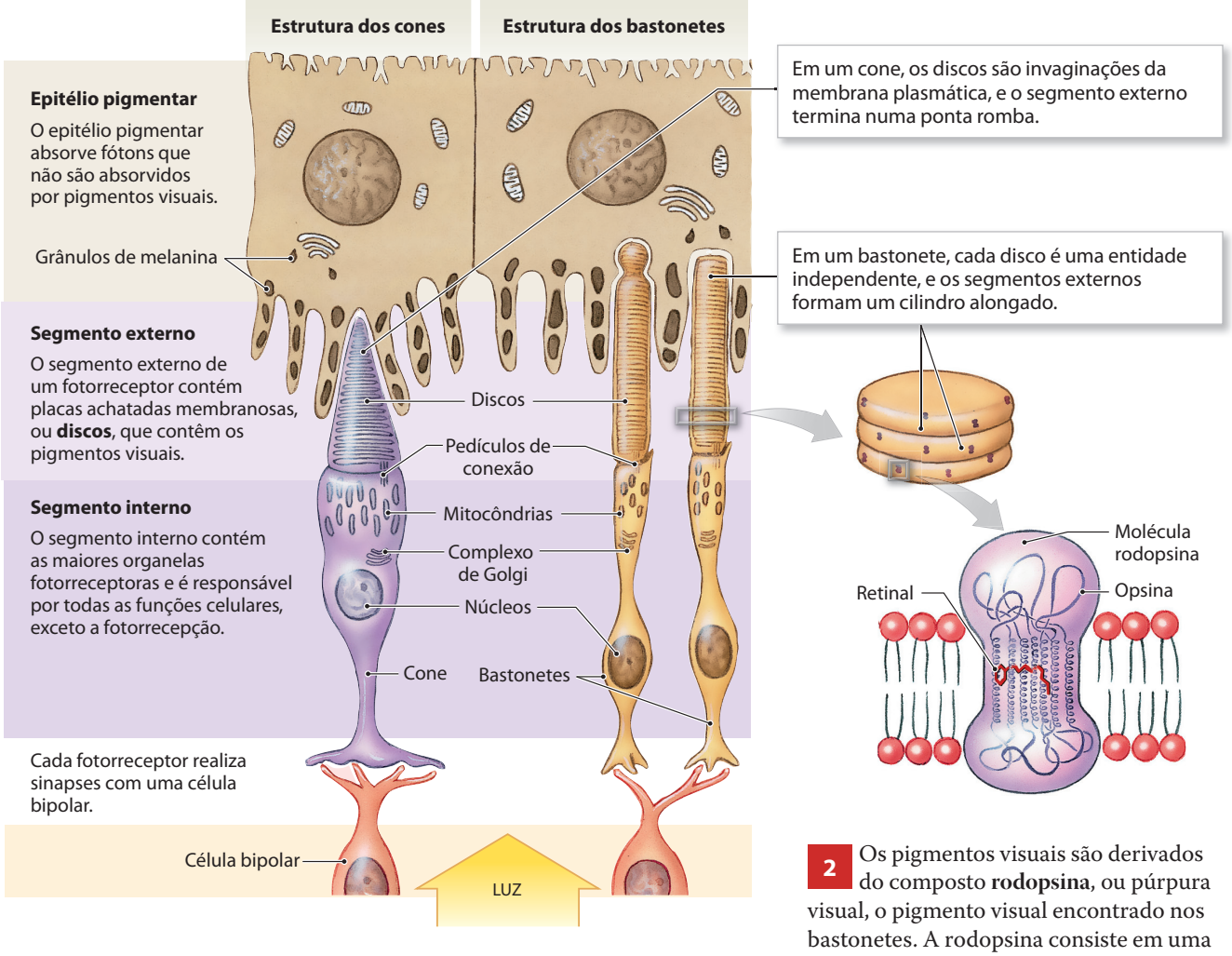
c. Se alguém nasce sem cones nos olhos, explique por que esse indivíduo seria ou não capaz de enxergar.

A fotorrecepção, que ocorre no segmento externo dos bastonetes e dos cones, envolve a ativação de pigmentos visuais

Os bastonetes e cones da retina são chamados de fotorreceptores porque eles detectam os fótons, as unidades básicas da luz visível. A energia da luz é uma forma de energia radiante que viaja em ondas, com um comprimento de onda característico (distância entre os picos de onda). Nossos olhos são sensíveis aos comprimentos de onda de 400 a 700 nm, o espectro de luz visível. Um nanômetro (nm) é um bilionésimo de um metro.

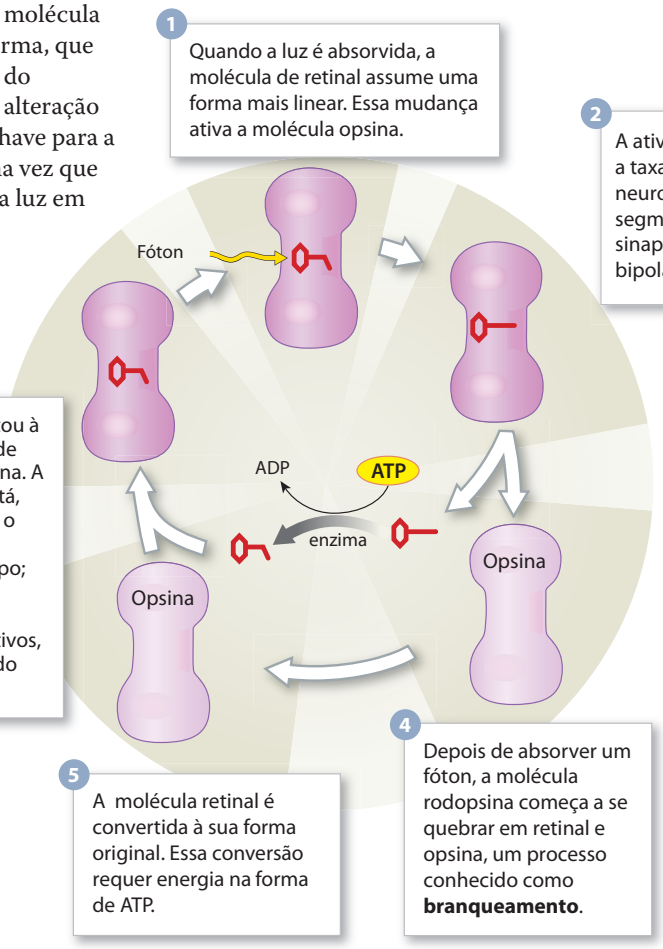
1 Esta ilustração mostra as principais características estruturais dos bastonetes e dos cones, o epitélio pigmentar adjacente e as células bipolares. Os segmentos externos, tanto dos bastonetes como dos cones, apresentam placas membranosas, ou discos, que contêm compostos orgânicos especiais chamados de **pigmentos visuais**.



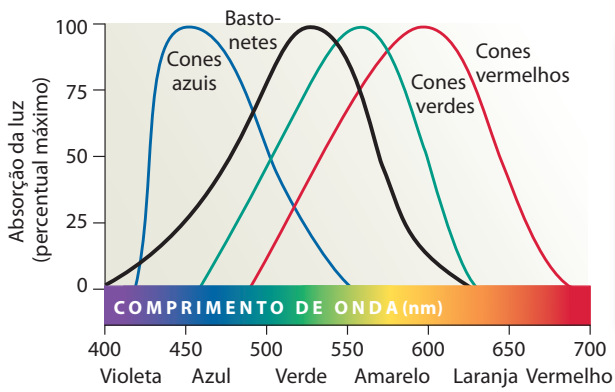


2 Os pigmentos visuais são derivados do composto **rodopsina**, ou púrpura visual, o pigmento visual encontrado nos bastonetes. A rodopsina consiste em uma proteína, a **opsina**, ligada ao pigmento **retinal**, que é sintetizado a partir da vitamina A. O tipo de opsina presente determina o comprimento da onda da luz que pode ser absorvida pela retina.

3 Quando a luz atinge um pigmento visual, a molécula de retinal altera a sua forma, que altera a permeabilidade do segmento externo. Essa alteração de permeabilidade é a chave para a transdução no olho, uma vez que ela converte a energia da luz em um impulso nervoso.



4 Existem três tipos de cones: **cones azuis**, **cones verdes** e **cones vermelhos**. Cada tipo tem uma forma diferente de opsina, que é sensível a uma gama de diferentes comprimentos de onda. A estimulação em várias combinações é a base para a visão de cores. Em uma pessoa com visão normal, a população de cones consiste de 16% de cones azuis, 10% de cones verdes e 74% de cones vermelhos. Embora suas sensibilidades de comprimento de onda se sobreponham, cada tipo é mais sensível a uma porção específica do espectro visual. Se todas as três populações de cones são estimuladas, percebemos a cor branca. Também percebemos o branco se os bastonetes (mas não os cones) são estimulados, e é por isso que tudo parece preto e branco quando entramos em um ambiente mal iluminado ou caminhamos sob a luz das estrelas.



OBSERVAÇÃO

Se uma pessoa não tem um ou mais cones de pigmento, o resultado é o **daltonismo**. As formas comuns são ligadas ao sexo; a base genética para o daltonismo será considerada em um capítulo posterior. O daltonismo total (nenhum cone de pigmento) é muito raro, mas em 2% dos homens faltam cones de pigmentos vermelho ou verde e são parcialmente daltônicos.

Revisão do Módulo 9.14

a. Identifique os três tipos de cones.

b. Explique por que a visão fica momentaneamente prejudicada depois de olhar para o *flash* de uma câmera.

c. Como uma dieta deficiente em vitamina A poderia afetar a visão?

As vias visuais distribuem informação visual de cada olho para ambos os hemisférios cerebrais

Vias visuais

As vias visuais começam nos fotorreceptores, na retina. Cada fotorreceptor monitora um campo receptor específico e, quando estimulado, transmite a informação através de uma célula bipolar para uma célula ganglionar.

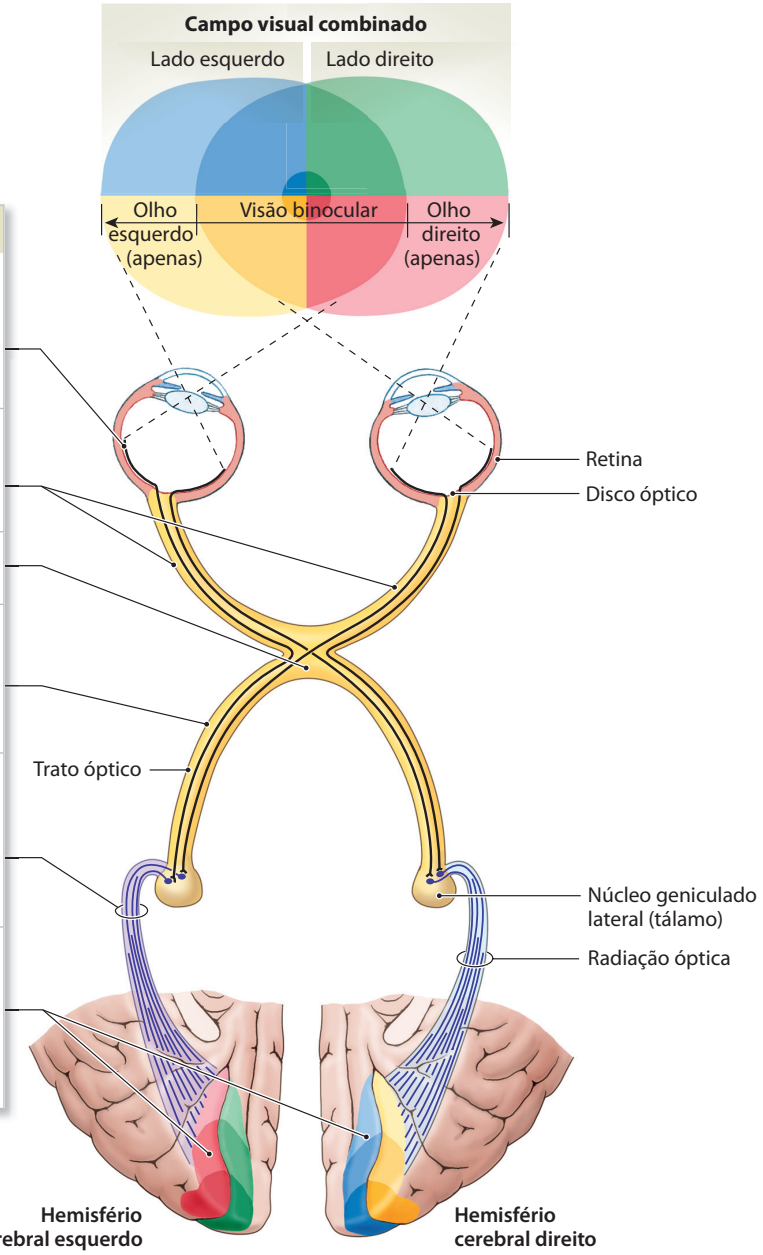
Os axônios dos cerca de 1 milhão de células ganglionares convergem no disco óptico, penetram pela parede do olho e seguem em direção ao diencéfalo com o nervo óptico (II).

Os dois nervos ópticos, um de cada olho, atingem o diencéfalo no quiasma.

A partir desse momento, aproximadamente metade das fibras segue em direção ao núcleo geniculado lateral do mesmo lado do cérebro, enquanto a outra metade atravessa para atingir o núcleo geniculado do lado oposto.

A partir de cada núcleo geniculado lateral, a informação visual viaja para o córtex occipital do hemisfério cerebral daquele lado. O feixe de fibras de projeção, que liga cada núcleo geniculado lateral com o córtex visual, é conhecido como **radiação óptica**.

A percepção de uma imagem visual reflete a integração da informação que chega ao córtex visual dos lobos occipitais. Cada olho recebe uma imagem visual ligeiramente diferente, porque (1) as fóveas estão a 5-7,5 cm de distância, e (2) o nariz e a órbita ocular bloqueiam a visão do lado oposto.



1 As imagens visuais dos olhos esquerdo e direito se sobrepõem, e o córtex visual de cada hemisfério cerebral recebe a informação de ambos os olhos. Contudo, a informação está separada, de modo que o córtex visual esquerdo recebe a informação da metade direita do campo visual, e o córtex visual direito recebe a informação da metade esquerda do campo visual. O cérebro alcança a **percepção de profundidade**, uma interpretação das relações tridimensionais entre os objetos observados, por comparação das posições relativas dos objetos dentro das imagens recebidas pelos dois olhos. O mapa no córtex visual está de cabeça para baixo e reverso, reproduzindo a orientação da imagem visual na retina.

Revisão do Módulo 9.15

a. Defina radiação óptica.

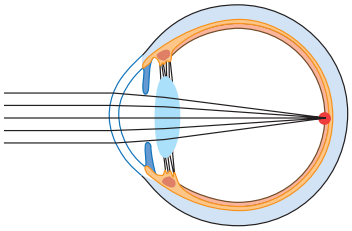
b. Onde estão as imagens visuais percebidas?

c. Descreva a via visual, começando nos fotorreceptores na retina.

Problemas de acomodação resultam de anormalidades na córnea ou na lente, ou no formato do olho

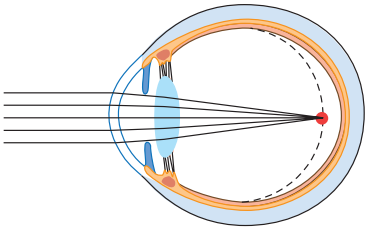
1 Pequenas variações no desempenho da lente ou da estrutura do olho podem ser corrigidas com lentes externas (óculos ou lentes de contato).

Emetropia

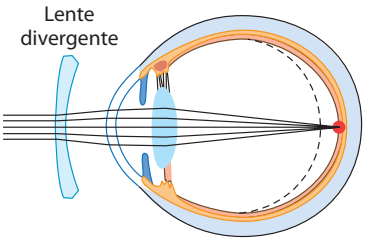


Em um olho normal, saudável, quando o músculo ciliar está relaxado e a lente achatada, a imagem de um objeto distante será focalizada na superfície da retina. É a condição denominada **emetropia** (*emmetro-*, adequada + *opia*, visão), ou visão normal.

Miopia

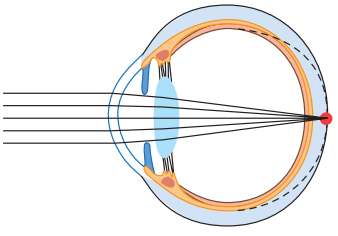


Se o bulbo do olho for demasiado profundo ou a curvatura de repouso da lente é demasiado grande, a imagem de um objeto distante é projetada antes da retina. Pessoas que apresentam essa condição, denominada **miopia** (*mio-*, fechar + *opia*, visão), são definidas como míopes, porque a visão de perto é clara, mas os objetos distantes ficam fora de foco.

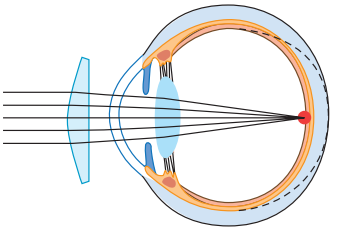


A miopia pode ser tratada pela colocação de uma lente divergente na frente do olho. As lentes divergentes têm pelo menos uma superfície côncava e divergem os raios de luz, como se o objeto estivesse mais próximo do observador.

Hipermetropia



Se o bulbo do olho for muito raso ou a lente for muito plana, o resultado é a **hipermetropia**. O músculo ciliar deve contrair para focalizar mesmo um objeto distante na retina, e à curta distância a lente não consegue fornecer refração suficiente para focalizar uma imagem sobre a retina. Pessoas com esse problema são denominadas hipermetropes, porque podem ver objetos distantes mais claramente.



A hipermetropia pode ser corrigida pela colocação de uma lente convergente na frente do olho. As lentes convergentes têm pelo menos uma superfície convexa e fornecem a refração adicional necessária para aproximar os objetos do foco.

A cirurgia que remodela a córnea, corrigindo, assim, a miopia e a hipermetropia, tem alcançado sucesso relativo. Na **ceratotomia fotorrefrativa (CFR)**, um laser guiado por computador modela a córnea nas especificações exatas. O tecido é removido a uma profundidade de apenas 10-20 µm – não mais do que aproximadamente 10% da espessura da córnea. Todo o procedimento pode ser realizado em menos de um minuto. Uma variação da CFR é chamada de **LASIK** (***laser-assisted in-situ keratomileusis***). Nesse procedimento, as camadas internas da córnea são remodeladas e cobertas por um retalho do epitélio normal da córnea. Aproximadamente 70% dos pacientes que se submetem à LASIK alcançam a visão normal; ela é hoje a forma mais comum de cirurgia de refração. A cada ano, cerca de 100 mil pessoas nos Estados Unidos submetem-se à cirurgia de CFR. A formação de cicatrizes é rara, e em torno de 10 milhões de norte-americanos já realizaram a cirurgia refrativa. No entanto, muitos ainda têm necessidade de óculos de leitura, e problemas visuais imediatos e a longo prazo podem ocorrer.

Revisão do Módulo 9.16

a. Defina emetropia.

b. Discuta dois procedimentos cirúrgicos para corrigir a miopia e a hipermetropia.

c. Qual o tipo de lente que corrigiria a hipermetropia?

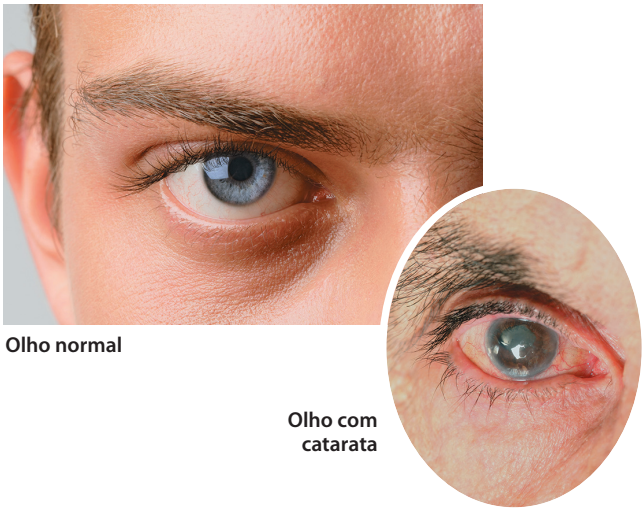
O envelhecimento está associado a muitos distúrbios dos sentidos especiais; o trauma, a infecção e os estímulos anormais podem causar problemas em qualquer idade

Olfato

1 Distúrbios do sentido do olfato podem resultar de um traumatismo craniano ou de mudanças relacionadas à idade. Se um traumatismo craniano causa danos aos nervos olfatórios (N I), o sentido do olfato pode ser prejudicado. Ao contrário de outras populações de neurônios, as células receptoras olfatórias são regularmente substituídas em função da divisão das células-tronco. Apesar desse processo, com a idade o número total de receptores diminui, e os receptores remanescentes tornam-se menos sensíveis. Como resultado, os idosos têm dificuldade para detectar odores em baixas concentrações. Isso explica por que sua avó pode exagerar no perfume, e a loção pós-barba do seu avô pode parecer tão forte – eles devem usar mais da solução perfumada para sentirem o cheiro em si mesmos.

Gustação

2 Distúrbios no paladar podem ser causados por problemas com os receptores olfatórios, danos aos botões gustativos, aos nervos cranianos e por mudanças relacionadas à idade. O sentido do olfato também contribui muito com o paladar, assim condições que afetam os receptores olfatórios – tais como o resfriado comum – podem também fazer perder o paladar. Uma redução no paladar pode também resultar de diminuição da gustação por danos às papilas gustativas por inflamação ou infecção da boca. De outro modo, os nervos cranianos que transportam as sensações da gustação (VII, IX e X) podem ser danificados por conta de trauma ou compressão em razão de um tumor.



Olho normal

Olho com catarata

Visão

3 Vários problemas oculares comuns foram introduzidos anteriormente neste capítulo. Uma condição na qual a lente perde a sua transparência – chamada de **catarata** – pode resultar de ferimentos, radiação ou reação a medicamentos, mas a **catarata senil**, uma consequência natural do envelhecimento, é a forma mais comum. À medida que a condição progride, o indivíduo precisa cada vez de mais luz para realizar uma leitura, e a acuidade visual pode, eventualmente, diminuir ao ponto da cegueira. Uma lente danificada ou não funcional pode ser substituída por uma lente artificial, e a visão pode ser regulada com óculos ou lentes de contato.

Equilíbrio

4 A **vertigem** é uma ilusão de movimento (dentro de si mesmo ou dentro do ambiente ao redor). É causada por condições que alteram a função do complexo receptor da orelha interna, o ramo vestibular do nervo vestibulococlear, ou dos núcleos sensitivos e vias do sistema nervoso central. Qualquer evento que coloque a endolinfa em movimento pode estimular os receptores do equilíbrio e produzir a vertigem. Por exemplo, molhar o meato acústico externo com água fria pode estimular uma modificação na circulação da endolinfa, que produz vertigens leves e temporárias. O consumo excessivo de álcool ou exposição a algumas drogas também pode produzir vertigem, por alterar a composição da endolinfa ou perturbar as células ciliadas. Talvez o caso mais comum de vertigem seja a **cinetose**. Seus sinais e sintomas desagradáveis incluem dor de cabeça, sudorese, rubor na face, náuseas e vômitos. Os medicamentos comumente administrados para evitar a cinetose parecem deprimir a atividade do tronco encefálico.

Audição

5 Estima-se que 6 milhões de norte-americanos têm pelo menos algum déficit parcial de audição, ou surdez. A **surdez de condução** resulta de interferência na transmissão normal de vibrações da membrana timpânica à janela oval. As causas incluem excesso de cera ou água presa no meato acústico externo, cicatrizes ou perfuração da membrana timpânica, ou imobilização de um ou mais ossículos da orelha média, um tumor, ou crescimento ósseo anormal que restringe o movimento dos ossículos (*otosclerose*). Na **surdez nervosa**, o problema está dentro da cóclea ou em algum lugar ao longo da via auditiva. As vibrações atingem a janela oval, mas os receptores ou não podem responder, ou a sua resposta não pode atingir o sistema nervoso central. Ruídos muito altos podem causar surdez nervosa, por danificar os cílios sensitivos nas células receptoras. As infecções bacterianas ou virais também podem matar as células receptoras e danificar os nervos sensitivos. As crianças apresentam o melhor nível de audição: elas podem detectar sons que vão de um zumbido de 20 Hz a um gemido de 20.000 Hz. Com a idade, danos causados por ruídos altos ou outras lesões se acumulam: a membrana timpânica torna-se menos flexível, as articulações entre os ossículos da orelha média tornam-se rígidas e a janela redonda pode começar a ossificar. Como resultado, as pessoas com mais idade geralmente apresentam algum grau de perda auditiva.

Revisão do Módulo 9.17

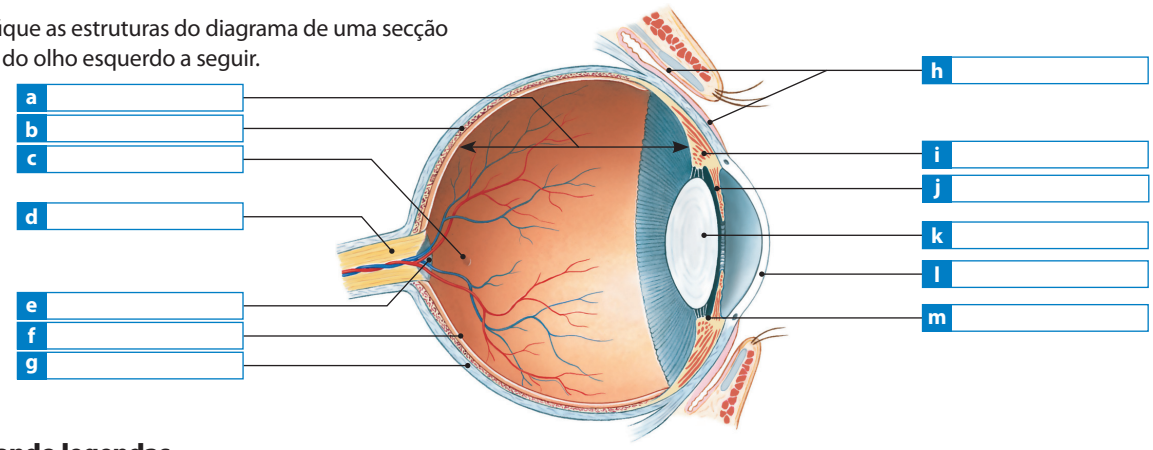
a. Quais nervos cranianos proporcionam as sensações gustativas da língua?

b. Identifique duas classes comuns de distúrbios relacionados à audição.

c. O que causa a vertigem?

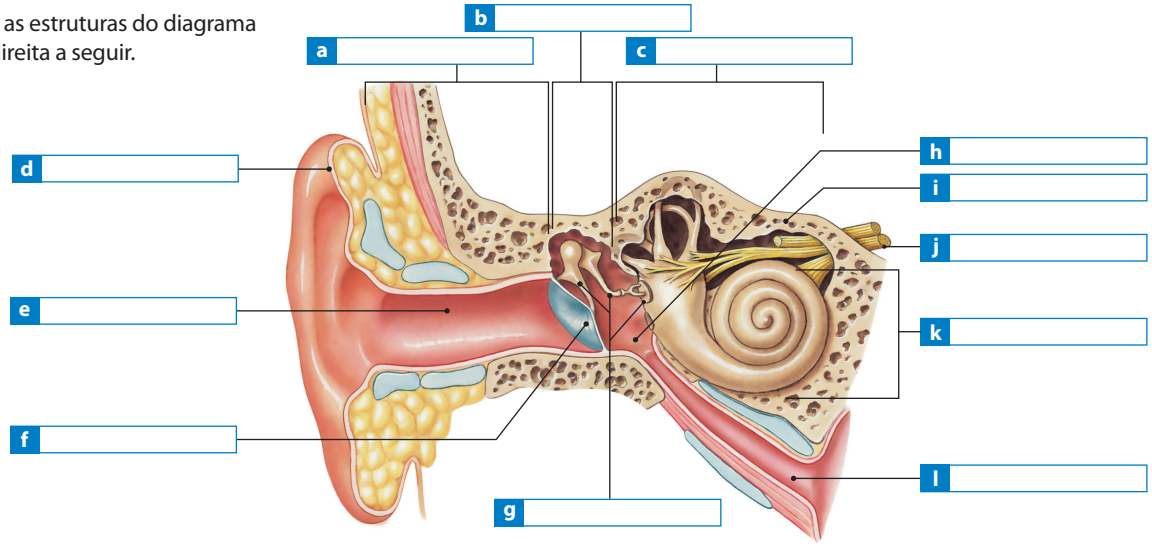
1. Criando legendas

Identifique as estruturas do diagrama de uma secção sagital do olho esquerdo a seguir.



2. Criando legendas

Identifique as estruturas do diagrama da orelha direita a seguir.



3. Atividade de associação

Combine os termos seguintes com a descrição mais adequada.

- Disco óptico
- Papilas linguais
- Bulbo olfatório
- Estribo
- Órgão espiral
- Botão gustativo
- Endolinfa
- Córtex cerebral
- Cones

a	_____	Projeções epiteliais da língua
b	_____	Aglomerado de receptores gustativos
c	_____	Fotorreceptores que propiciam a percepção da cor
d	_____	Recebe todos os estímulos dos sentidos especiais
e	_____	Região da retina chamada de "ponto cego"
f	_____	Conectado à janela oval
g	_____	Local da primeira sinapse realizada pelos receptores olfatórios
h	_____	Contém células ciliadas no ducto coclear
i	_____	Fluido dentro de algumas câmaras e canais da orelha interna

4. Integração de seções

Um *flash* de luz brilhante proveniente da explosão de fogos de artifício cega os olhos de Rachel. O resultado é uma imagem "fantasma" que permanece temporariamente em suas retinas. O que poderia explicar a imagem e seu posterior desaparecimento?

_____

_____

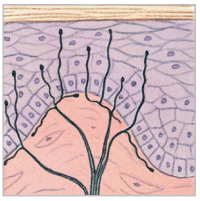
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Sentidos gerais

- sentidos gerais
- receptores sensitivos
- nociceptores
- termorreceptores
- mecanorreceptores
- proprioceptores
- barorreceptores
- receptores táteis
- quimiorreceptores



9.1

Os receptores sensitivos gerais na pele variam amplamente em forma e função

- terminações nervosas livres
- plexo da raiz do pelo
- discos táteis
- corpúsculos táteis
- corpúsculos lamelares
- corpúsculos de Ruffini
- adaptação

9.2

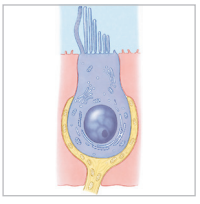
Os barorreceptores e os quimiorreceptores iniciam reflexos autônomos importantes envolvendo as vias sensitivas viscerais

- barorreceptores
- quimiorreceptores
- corpos carotídeos
- corpos aórticos

SEÇÃO 2

Sentidos especiais

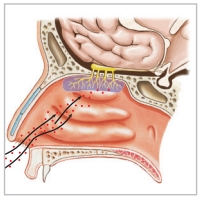
- sentidos especiais
- olfato
- visão
- gustação
- equilíbrio
- audição
- órgãos dos sentidos
  - orelha interna
- células ciliadas



9.3

O olfato envolve os neurônios quimiorreceptores especializados, enquanto os receptores gustativos são células epiteliais especializadas

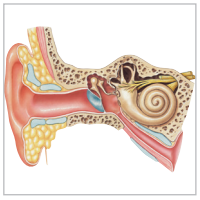
- olfato
- órgãos olfatórios
- bulbo olfatório
- trato olfatório
- odorantes
- gustação
- receptores gustativos
- papilas linguais
- botões gustativos
- papilas circunvaladas
- umami
- receptores de água



9.4

A orelha é dividida em orelha externa, orelha média e orelha interna

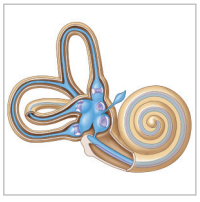
- orelha externa
- aurícula
- meato acústico externo
- glândulas ceruminosas
- cerume
- orelha média
- ossículos da orelha média
- membrana timpânica
- orelha interna
- labirinto ósseo
- tuba auditiva
- otite média
- martelo
- bigorna
- estribo



9.5

O labirinto ósseo protege o labirinto membranoso

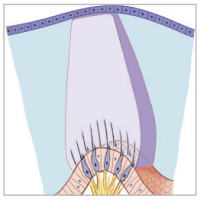
- labirinto ósseo
- perilinfa
- canais semicirculares
- vestíbulo
- cóclea
- labirinto membranoso
- endolinfa
- ductos semicirculares
- utrículo
- sáculo
- ducto coclear
- aparelho vestibular



9.6

As células ciliadas nos ductos semicirculares respondem à rotação, enquanto as do utrículo e do sáculo respondem à gravidade e à aceleração linear

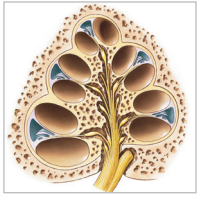
- ducto semicircular anterior
- ducto semicircular posterior
- ducto semicircular lateral
- ampola
- crista ampular
- cúpula
- otólitos
- mácula



9.7

O ducto coclear contém as células ciliadas do órgão espiral

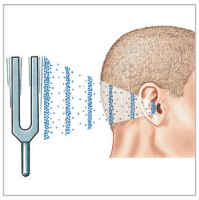
- ducto coclear
- escala vestibular
- escala timpânica
- janela oval
- janela redonda
- membrana vestibular
- membrana basilar
- órgão espiral
- membrana tectória



• = *Termos em negrito neste módulo.*

9.8

As sensações de tom e volume dependem de movimentos da membrana basilar



- comprimento da onda
- frequência
- hertz (Hz)
- amplitude
- intensidade
- decibéis (dB)
- ressonância
- tom
- volume

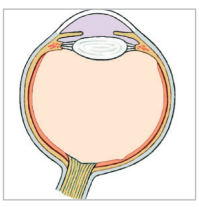
9.9

As estruturas acessórias do olho fornecem proteção, enquanto também permitem que a luz alcance o interior do olho

- estruturas acessórias
- córnea
- comissura lateral
- pupila
- íris
- carúncula lacrimal
- cílios
- pálpebra
- comissura medial
- rima palpebral
- conjuntiva
- glândulas tarsais
- aparelho lacrimal
- glândula lacrimal
- lisozima
- ductos lacrimais
- pontos lacrimais
- canalículos lacrimais
- saco lacrimal
- ducto nasolacrimal
- conjuntivite

9.10

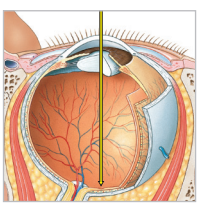
O olho tem uma parede em camadas; é oco, com as cavidades anterior e posterior cheias de líquido



- camada fibrosa
  - córnea
- esclera
- limbo da córnea
- camada vascular
- íris
- corpo ciliar
- coroide
- camada neural (retina)
- fotorreceptores
- cavidade anterior
- câmara anterior
- câmara posterior
- cavidade posterior
- corpo vítreo

9.11

O olho é altamente organizado e tem um eixo visual consistente que direciona a luz para a fóvea da retina

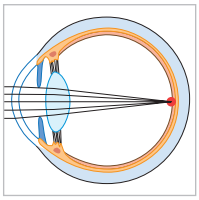


- ligamentos
- nervo óptico
- músculos dilatadores da pupila
- músculos constritores da pupila
- eixo visual
- mácula
- fóvea

• = *Termos em negrito neste módulo.*

9.12

O foco produz uma imagem bem definida na retina



- refratada
- ponto focal
- distância focal
- acomodação

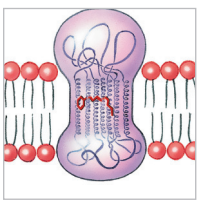
9.13

O tecido neural da retina contém múltiplas camadas de fotorreceptores, neurônios e células de suporte especializados

- células ganglionares
- disco óptico
- ponto cego
- bastonetes
- cones
- células bipolares

9.14

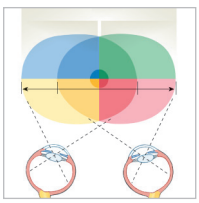
A fotorrecepção, que ocorre no segmento externo dos bastonetes e dos cones, envolve a ativação de pigmentos visuais



- pigmentos visuais
- epitélio pigmentar
  - fotorreceptor
- segmento externo
- discos
- segmento interno
- rodopsina
- opsina
- retinal
- branqueamento
- cones azuis
- cones verdes
- cones vermelhos
- daltonismo

9.15

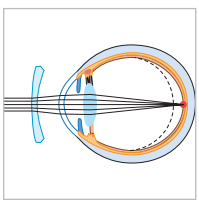
As vias visuais distribuem informação visual de cada olho para ambos os hemisférios cerebrais



- percepção de profundidade
- radiação óptica
  - núcleo geniculado lateral

9.16

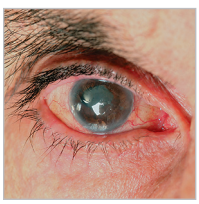
Problemas de acomodação resultam de anormalidades na córnea ou na lente, ou no formato do olho



- emetropia
- miopia
- hipermetropia
- ceratotomia fotorrefrativa (CFR),
- LASIK

9.17

O envelhecimento está associado a muitos distúrbios dos sentidos especiais; o trauma, a infecção e os estímulos anormais podem causar problemas em qualquer idade



- catarata
- catarata senil
- vertigem
- cinetose
- surdez de condução
- surdez nervosa

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Profissional da dança

A PROFISSÃO

O profissional da dança é, sem dúvida, um artista. Mas não só. Ele lida com diversos conceitos e práticas, tanto culturais quanto artísticos, que abrangem a atividade não apenas o contexto do espetáculo, mas também o contexto educacional.

Trabalhando nessa área, você poderá ensinar técnicas a leigos e a estudantes de dança, além de aprimorar a prática de quem tem experiência prévia em cursos livres, como os das academias de balé e dança moderna. Também é possível fazer preparação corporal de outros artistas, como atores.

O conhecimento de anatomia e fisiologia foca principalmente os movimentos corporais, afinal, o corpo é o principal objeto de trabalho dessa área – não apenas seu corpo, mas também o dos alunos e/ou profissionais que estarão sob sua responsabilidade.

Saiba mais

Currículo do curso de Dança da Unicamp – www.iar.unicamp.br/corporais/dan_curriculo.php

Matriz curricular do curso de Dança da UFMG – www.eba.ufmg.br/graduacao/Danca/MatrizCurricular.pdf

Sindicato dos Profissionais da Dança do Estado de São Paulo – www.sinddanca.com.br

Essa carreira é ideal para você? Como tantos cursos da área artística, é preciso ter uma boa dose de talento e vocação para seguir a profissão, que pode ter seus altos e baixos. Sem isso, é difícil se manter na carreira.

Formação A duração média do curso é de quatro anos, e a matriz curricular varia bastante entre as universidades. Na UFRGS, por exemplo, o vínculo é com a Educação Física, enquanto na grande maioria das outras universidades o vínculo é com o departamento ou os cursos de Artes.

As disciplinas abordam as mais diferentes modalidades da dança, com ênfase nos estilos brasileiros. Há grande carga de técnica e pesquisa livres. Aprende-se a história da dança e da arte como um todo. Disciplinas como Metodologia, Arte-Educação e Práticas de Ensino estão diretamente ligadas à sua formação como educador.

A base teórica de Anatomia e Fisiologia é usualmente dada ainda nos primeiros semestres da graduação. Em algumas universidades, o aprofundamento na área da saúde é um pouco maior, incluindo disciplinas como Histologia e Citologia.

Remuneração média O Sindicato dos Profissionais da Dança do Estado de São Paulo estipula em R$ 1.280,00 o salário inicial para bailarinos e R$ 2.630,00 para coreógrafos. Mas é muito comum que o trabalho seja feito esporadicamente, com o pagamento de cachês.

Perspectivas profissionais Você poderá trabalhar em companhias teatrais e de dança, criando, executando e dirigindo coreografias, por exemplo. A preparação corporal é outro importante nicho, que inclui a orientação de dançarinos, bailarinos e atores de acordo com o que o roteiro do espetáculo exige. Você também poderá produzir e administrar espetáculos, desde a etapa de captação de patrocínios até a aquisição do material necessário para a realização do evento. Além disso, emissoras de TV e produtoras de cinema utilizam os serviços de coreógrafos com frequência.

No caso da licenciatura, pode-se lecionar tanto em cursos livres (academias, por exemplo) quanto em colégios. Alguns estados, como o Rio de Janeiro, obrigam qualquer academia que ofereça aulas de dança a contratar professores licenciados na área, o que tende a aumentar o mercado de trabalho.

Fontes consultadas

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Página do curso de Dança do IFB-Brasília. Site: <www.ifb.edu.br/estude-no-ifb/1725-licenciatura-em-danca>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Página do curso de Dança da UFRGS. Site: <www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=805>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Capítulo 9 – Questões de revisão

1. Diferencie entre os sentidos gerais e os sentidos especiais do corpo humano.
2. Por que as sensações olfativas são duradouras e uma parte importante das nossas memórias e emoções?
3. Você está em um parque observando alguns veados a 10 metros de distância. Seu amigo toca em seu ombro para lhe fazer uma pergunta. Quando você se vira para olhar para o seu amigo, que está a meio metro de distância, quais mudanças ocorrerão em relação a pupilas, músculos e lente dos seus olhos?
4. Depois de assistir aos fogos de artifícios em uma festividade, Mona sente dificuldades para ouvir uma conversa normal, e seus ouvidos continuam a ouvir o barulho dos fogos. O que está causando problemas à sua audição?
5. Depois de descer pelo elevador expresso do vigésimo andar para o andar térreo, por alguns segundos você se sente como se ainda estivesse descendo, apesar de já ter, obviamente, chegado ao seu destino final. Por quê?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

10 Sistema endócrino

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Hormônios e comunicação intercelular

10.1 Explicar a classificação dos hormônios, identificar as principais funções dos hormônios secretados pelos órgãos do sistema endócrino e listar os órgãos com funções endócrinas secundárias.

10.2 Comparar o mecanismo de ação de hormônios esteroides e não esteroides.

10.3 Descrever como o hipotálamo controla outros órgãos endócrinos.

SEÇÃO 2 • Órgãos endócrinos

10.4 Descrever a localização e a estrutura da glândula hipófise, e identificar os hormônios hipofisários, seus tecidos-alvo e funções.

10.5 Descrever a localização e a estrutura da glândula tireoide, identificar os hormônios que ela secreta e listar os efeitos dos hormônios da tireoide nos tecidos periféricos.

10.6 Descrever a localização e a estrutura das glândulas paratireoides, identificar o hormônio que produzem e listar os efeitos do hormônio da paratireoide nos tecidos periféricos.

10.7 Descrever a localização, a estrutura e as funções gerais das glândulas suprarrenais, identificar os hormônios produzidos pelo córtex da glândula suprarrenal (adrenal) e a medula da glândula suprarrenal (adrenal) e listar os efeitos de cada hormônio.

10.8 Identificar a localização e a estrutura do pâncreas, identificar as células pancreáticas chaves e os hormônios que produzem, especificar as funções de cada hormônio e resumir a homeostase da glicose no sangue.

10.9 Identificar a localização da glândula pineal e identificar as funções da melatonina.

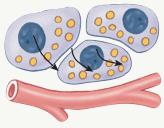
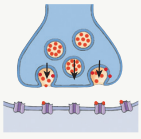
10.10 **MÓDULO CLÍNICO** Definir o diabete melito, explicar o diabetes tipo 1 e tipo 2, listar os problemas clínicos causados pelo diabete melito e identificar os tratamentos para cada tipo.

10.11 Definir a resposta ao estresse e resumir os eventos para cada fase.

Hormônios e comunicação intercelular

Para preservar a homeostase, as atividades celulares devem ser coordenadas em todo o corpo. A maior parte dessa comunicação envolve a liberação de mensageiros químicos em fluidos extracelulares (fluido intersticial e sangue). A comunicação química normalmente ocorre entre células vizinhas. A tabela a seguir resume como a comunicação celular em distâncias maiores é coordenada pelos sistemas nervoso e endócrino e por seus mensageiros químicos.

Comunicação intercelular nos sistemas endócrino e nervoso

Tipo de célula	Transmissão	Mensageiros químicos	Efeitos
Células glandulares endócrinas 	Através da corrente sanguínea	**Hormônios** (mensageiros químicos que são liberados por um tecido e transportados na corrente sanguínea para chegar às células-alvo em outros tecidos do corpo)	As células-alvo estão principalmente em outros tecidos e órgãos, e devem ter receptores apropriados. Fornecem informação a ser utilizada por um longo período, como durante o crescimento e o desenvolvimento.
Neurônios 	Através de fendas sinápticas	Neurotransmissores	Limitados a áreas muito específicas; as células-alvo devem ter receptores apropriados. Fornecem informação curta e rápida, como os reflexos.

As diferenças entre os sistemas nervoso e endócrino parecem relativamente claras. Na verdade, as diferenças mencionadas acima são a base para tratá-los como dois sistemas separados. Por outro lado, quando os consideramos em detalhe, notamos semelhanças nas formas como eles são organizados.

- Ambos os sistemas dependem da liberação de substâncias químicas que se ligam aos receptores específicos nas suas células-alvo.
- Os dois sistemas compartilham muitos mensageiros químicos. Como exemplo, a norepinefrina e a epinefrina são chamadas de hormônios quando liberadas na corrente sanguínea, mas são chamadas de neurotransmissores quando liberadas por meio das sinapses.
- A regulação das suas atividades normalmente envolve feedback negativo. A atividade neural ou o hormônio liberado ou bloqueiam ou se opõem ao estímulo original.
- Os dois sistemas compartilham um objetivo comum: preservar a homeostase por meio da coordenação e da regulação das atividades de outras células, tecidos, órgãos e sistemas.

Nesta seção, vamos considerar a estrutura e as funções do sistema endócrino, assim como a integração das atividades neural e endócrina.

Os hormônios podem ser derivados de aminoácidos, hormônios peptídicos ou derivados lipídicos

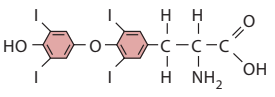
1 Os hormônios podem ser divididos em três grupos, com base na sua estrutura química: (1) **derivados de aminoácidos**, (2) **hormônios peptídicos** e (3) **derivados lipídicos**.

Derivados de aminoácidos

Os **derivados de aminoácidos** são pequenas moléculas que estão estruturalmente relacionadas aos aminoácidos, os blocos de construção de proteínas.

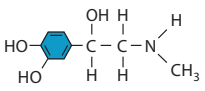
Derivados da tirosina

Hormônios da tireoide

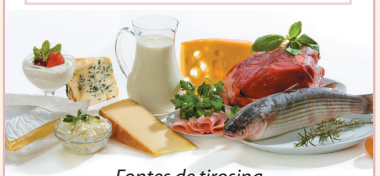


Tiroxina (T_4)

Catecolaminas



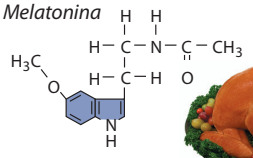
Epinefrina



Fontes de tirosina incluem carne, laticínios e peixe

Derivados do triptofano

Melatonina



O peru é uma fonte bem conhecida de triptofano. Outras fontes incluem chocolate, aveia, bananas, tâmaras secas, leite, queijo cottage *e amendoim.*

Hormônios peptídicos

Os **hormônios peptídicos** são cadeias de aminoácidos. A maioria dos hormônios peptídicos é sintetizada como **pró-hormônios** – moléculas inativas que são convertidas em hormônios ativos, antes ou depois de serem secretadas.

Glicoproteínas

Essas proteínas têm mais de 200 aminoácidos de comprimento e têm cadeias laterais de carboidrato. As glicoproteínas incluem o *hormônio estimulante da tireoide* (TSH), o *hormônio luteinizante* (LH) e o *hormônio folículo-estimulante* (FSH) do lobo anterior da glândula hipófise, bem como vários hormônios produzidos em outros órgãos.

Polipeptídeos curtos/proteínas pequenas

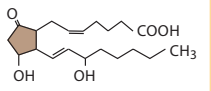
Esse grupo de hormônios peptídicos é grande e diversificado. Inclui hormônios que variam de **polipeptídeos de cadeia curta**, como o *hormônio antidiurético* (ADH) e a ocitocina (OXT) (cada um tem 9 aminoácidos de comprimento), a **pequenas proteínas**, como o *hormônio do crescimento* (GH; 191 aminoácidos) e a *prolactina* (PRL; 198 aminoácidos). Esse grupo inclui todos os hormônios secretados por hipotálamo, coração, timo, sistema digestório, pâncreas e lobo posterior da glândula hipófise, bem como vários hormônios produzidos em outros órgãos.

Derivados lipídicos

Existem duas classes de derivados lipídicos: os **eicosanoides**, derivados do ácido araquidônico, um ácido graxo de 20 carbonos; e os **hormônios esteroides**, derivados de colesterol.

Eicosanoides

Os **eicosanoides** são fatores que coordenam as atividades celulares e afetam os processos enzimáticos (como a coagulação do sangue) em fluidos extracelulares. Um grupo de eicosanoides – **prostaglandinas** – está envolvido principalmente na coordenação das atividades celulares locais.

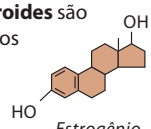


Prostaglandina E

A aspirina inibe a produção de prostaglandinas.

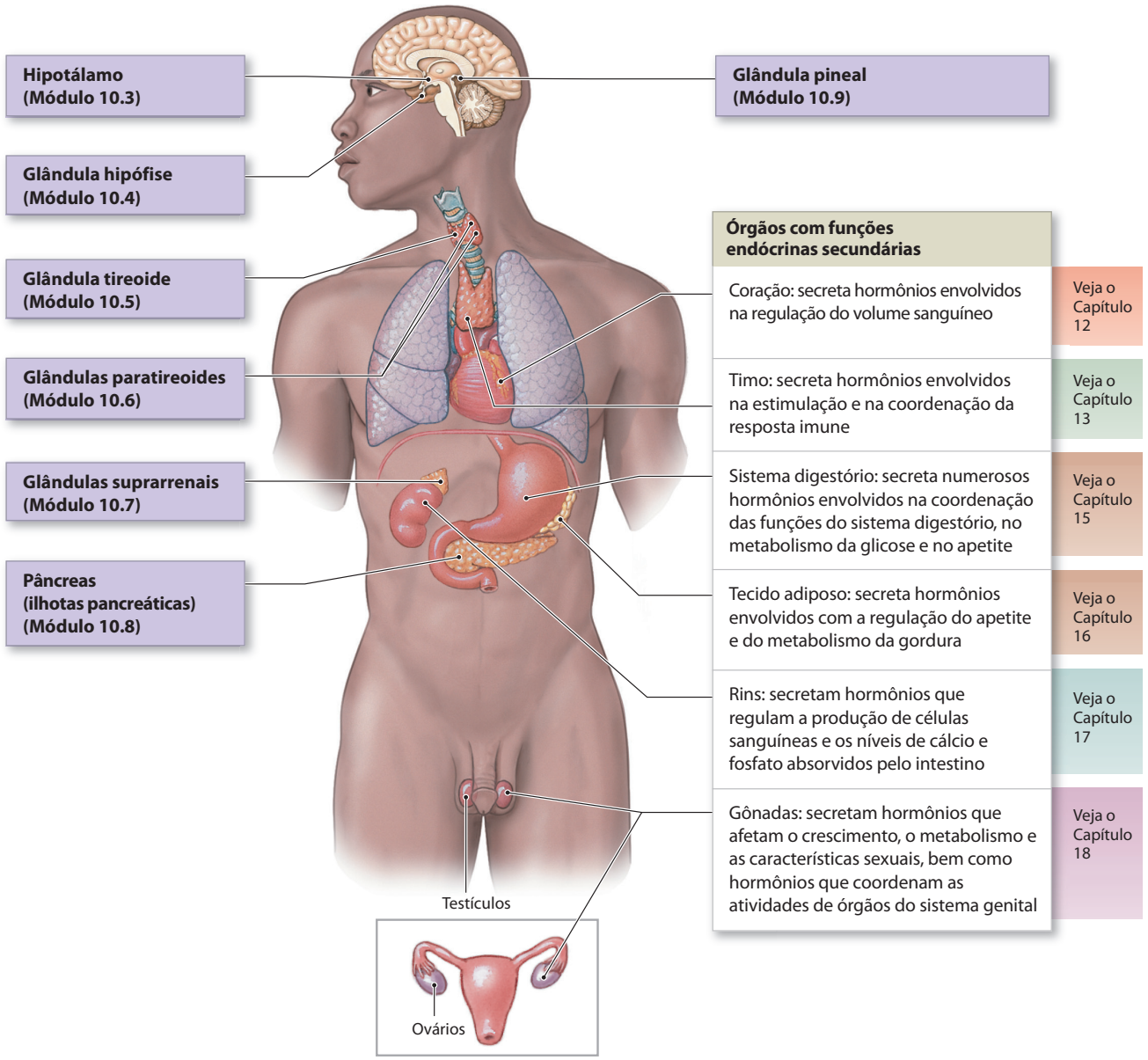
Hormônios esteroides

Os **hormônios esteroides** são liberados pelos órgãos reprodutivos (os androgênios pelos genitais, nos homens, e o estrogênio e a progesterona pelos ovários, nas mulheres), pelo córtex das glândulas suprarrenais (corticosteroides) e pelos rins (calcitriol). Como os hormônios esteroides circulantes estão ligados às proteínas transportadoras específicas no plasma, eles permanecem em circulação por mais tempo do que os hormônios peptídicos secretados.



Estrogênio

2 O **sistema endócrino** inclui apenas os órgãos (indicados em roxo na figura a seguir) cuja função principal é a produção de hormônios. Muitos outros órgãos contêm tecidos que secretam hormônios, mas eles não são considerados parte do sistema endócrino porque suas funções endócrinas são secundárias. Exemplos incluem o coração, os rins, os intestinos, o timo e os órgãos genitais. Vamos considerar as funções endócrinas desses órgãos em capítulos posteriores.



Revisão do Módulo 10.1

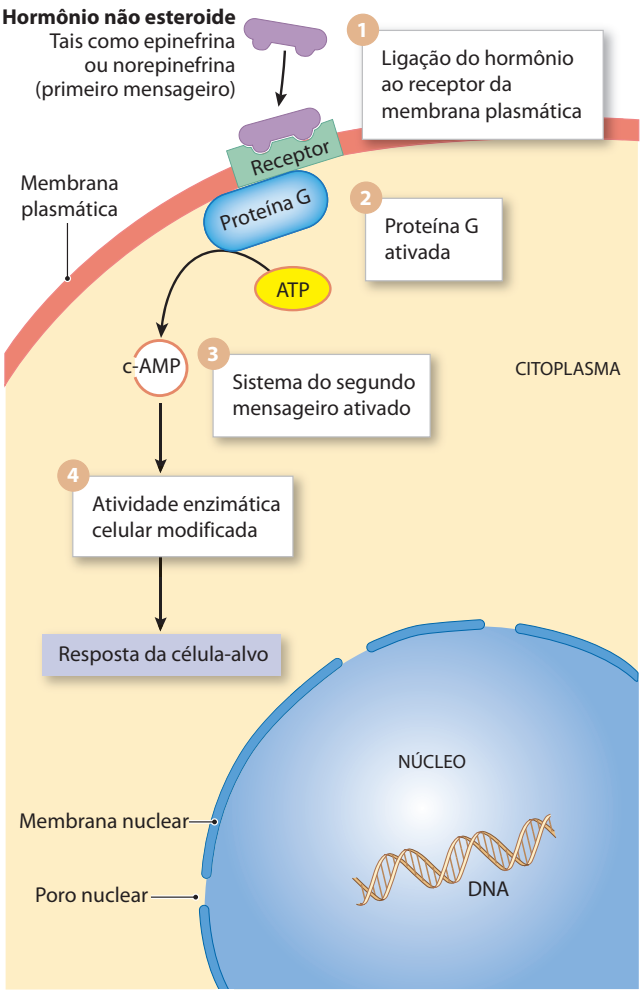
a. Defina sistema endócrino.

b. Descreva a classificação estrutural dos hormônios.

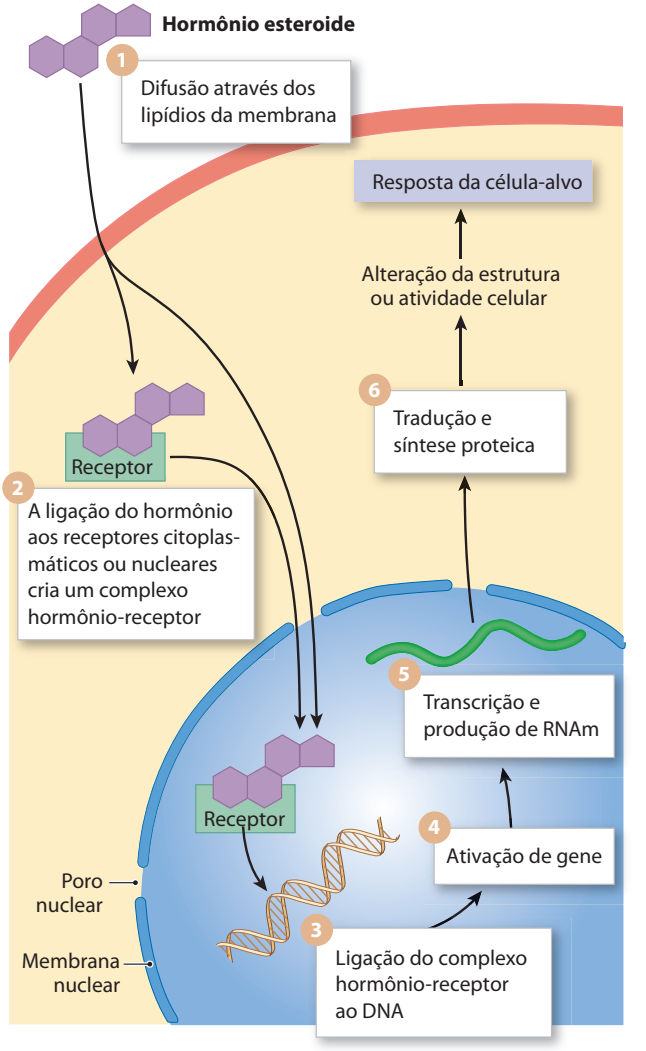
c. Nomeie os principais órgãos do sistema endócrino e os órgãos e tecidos com funções endócrinas secundárias.

Existem dois mecanismos principais por meio dos quais os hormônios atuam nas células-alvo

1 Os hormônios não esteroides se ligam aos receptores na membrana plasmática e ativam as proteínas G. Eles usam seus efeitos sobre as células-alvo por meio de um **segundo mensageiro**, um intermediário intracelular que altera a atividade das enzimas presentes na célula. Os segundos mensageiros são, muitas vezes, compostos de alta energia, como o **AMP-cíclico (c-AMP)**.



2 Em virtude de serem lipossolúveis, os hormônios esteroides passam diretamente através da membrana plasmática das células-alvo. Eles podem se ligar aos receptores tanto no citoplasma quanto no núcleo e afetar a atividade dos genes e a síntese de proteínas.



Os receptores para as catecolaminas (E e NE), os hormônios peptídicos e os eicosanoides estão nas membranas plasmáticas das suas células-alvo. As catecolaminas e os hormônios peptídicos não podem penetrar na membrana plasmática porque não são lipossolúveis. Em vez disso, esses hormônios ligam-se às proteínas receptoras na superfície *externa* da membrana plasmática. Os eicosanoides *são* lipossolúveis e difundem-se através da membrana plasmática para alcançar as proteínas receptoras na superfície *interna* da membrana.

Revisão do Módulo 10.2

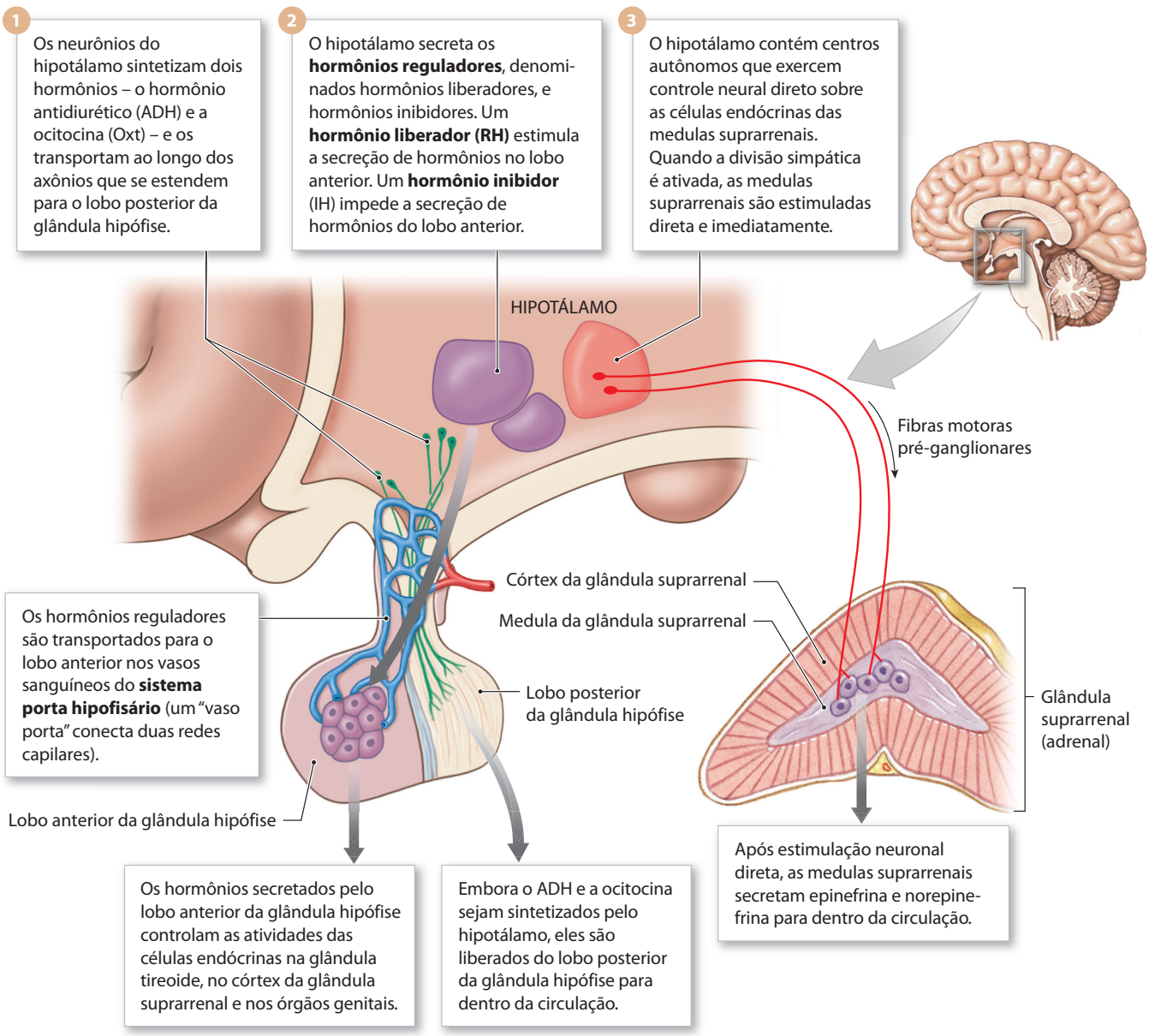
a. Descreva dois mecanismos de ação dos hormônios.

b. Qual o tipo de hormônio que se liga a um receptor de membrana plasmática e por quê?

c. Qual o tipo de hormônio que se difunde através da membrana plasmática e se liga aos receptores no citoplasma?

O hipotálamo exerce controle direto ou indireto sobre as atividades de muitos órgãos endócrinos

1 O **hipotálamo** fornece o mais alto nível de controle do sistema endócrino; integra as atividades dos sistemas nervoso e endócrino. O hipotálamo realiza essa integração por meio de três mecanismos.



Revisão do Módulo 10.3

a. Identifique os três mecanismos pelos quais o hipotálamo integra a função neural e a função endócrina.

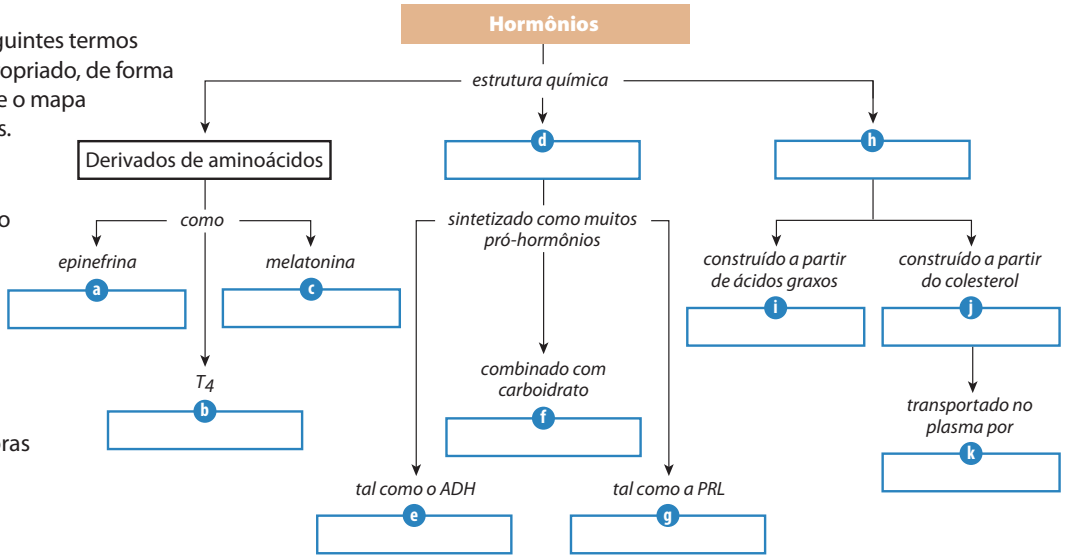
b. Defina hormônio regulador.

c. Compare hormônios liberadores com hormônios inibidores.

1. Mapa conceitual

Coloque cada um dos seguintes termos no espaço em branco apropriado, de forma a completar corretamente o mapa conceitual dos hormônios.

- Hormônios esteroides
- Derivados do triptofano
- Glicoproteínas
- Polipeptídeos curtos
- Catecolaminas
- Hormônios peptídicos
- Hormônios da tireoide
- Proteínas transportadoras
- Derivados de lipídeos
- Proteínas pequenas
- Eicosanoides



2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item que melhor completa cada afirmação.

a O sistema endócrino regula processos, tais como o crescimento e o desenvolvimento, que requerem uma coordenação a longo prazo, utilizando:
- mudanças físicas para controlar a regulação homeostática
- síntese de DNA para controlar as atividades metabólicas celulares
- mensageiros químicos para transmitir informações e instruções intracelulares
- controle nuclear de células para a produção adicional de mitocôndrias

b A liberação de hormônios pelas células endócrinas altera:
- o limiar no qual os neurotransmissores são liberados
- as respostas muito específicas aos estímulos ambientais
- as atividades metabólicas simultâneas de muitos tecidos e órgãos que apresentam os mesmos receptores
- o limite anatômico entre os sistemas nervoso e endócrino

c Uma similaridade funcional entre os sistemas endócrino e nervoso é:
- ambos os sistemas secretam hormônios na corrente sanguínea
- as células de ambos os sistemas são funcionalmente as mesmas
- ambos produzem respostas muito rápidas aos estímulos ambientais
- ambos os sistemas dependem de mensageiros químicos que se ligam às células-alvo com receptores específicos

d As duas classes de hormônios reguladores do hipotálamo são:
- humoral e neural
- liberadora e inibidora
- AMP-cíclico e proteínas G
- esteroide e peptídico

e A epinefrina, a norepinefrina e os hormônios peptídicos afetam as células do órgão-alvo por meio de:
- ligação com os receptores-alvo no núcleo
- mensageiros secundários liberados quando a ligação aos receptores ocorre na superfície da membrana plasmática
- reações enzimáticas que ocorrem nos ribossomos
- ligação aos receptores no citoplasma

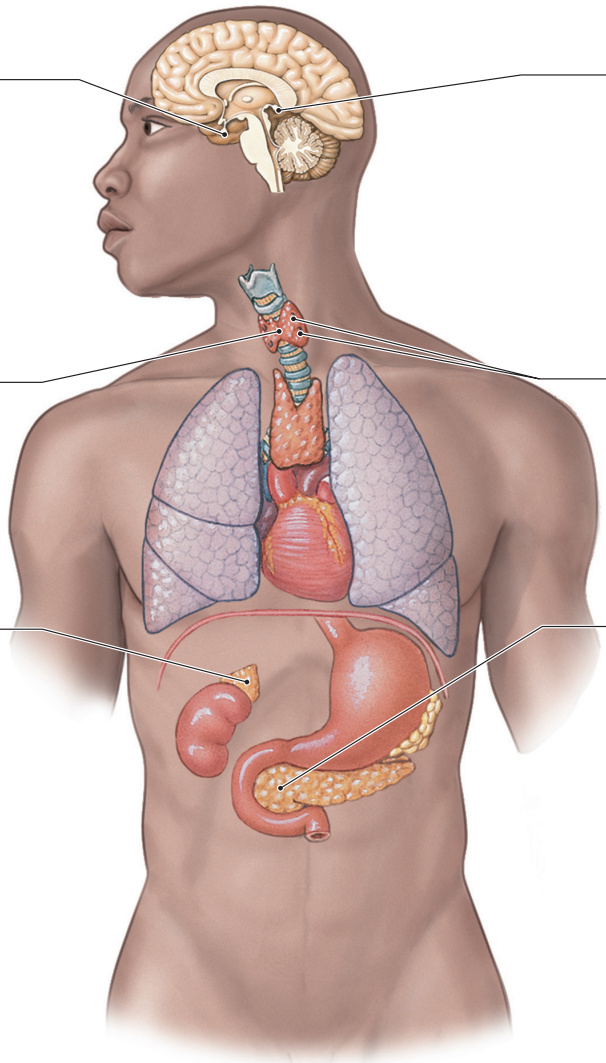
f Os hormônios esteroides afetam as células do órgão-alvo por meio de:
- ligação com os receptores-alvo no citoplasma ou no núcleo
- ligação com os receptores-alvo na membrana plasmática
- ligação com os receptores-alvo em tecidos periféricos
- liberação de segundos mensageiros nos receptores da membrana plasmática

g Os hormônios esteroides permanecem em circulação por mais tempo que os hormônios peptídicos, porque:
- são produzidos como pró-hormônios
- são cadeias laterais ligadas à estrutura básica do anel de carbono
- estão ligados às proteínas de transporte específicas no plasma sanguíneo
- estão ligados à molécula de hemoglobina para utilização celular

h Os hormônios alteram as operações das células-alvo por meio da alteração:
- das propriedades de permeabilidade da membrana plasmática
- de tipos, quantidades ou atividades de enzimas importantes e proteínas estruturais
- do arranjo das moléculas que compõem a membrana plasmática
- do limiar a partir do qual os hormônios afetam as células dos órgãos-alvo

Órgãos endócrinos

Esta seção concentra-se em seis órgãos cuja função principal é liberar hormônios.



Glândula hipófise

A **glândula hipófise** secreta vários hormônios que regulam as atividades endócrinas do córtex suprarrenal (adrenal), da glândula tireoide e dos órgãos genitais, e um hormônio que estimula a produção de melanina.

Glândula tireoide

A **glândula tireoide** secreta hormônios que afetam a taxa do metabolismo e os níveis de cálcio nos fluidos do organismo.

Glândulas suprarrenais (adrenais)

As **glândulas suprarrenais (adrenais)** secretam hormônios envolvidos com o equilíbrio mineral, o controle metabólico e a resistência ao estresse. As medulas suprarrenais (adrenais) liberam a epinefrina e a norepinefrina durante a ativação simpática.

Glândula pineal

A **glândula pineal** secreta a melatonina, que afeta a função reprodutiva e ajuda a estabilizar os ritmos circadianos (dia/noite).

Glândulas paratireoides

As **glândulas paratireoides** secretam um hormônio importante na regulação da concentração dos íons de cálcio nos fluidos corporais.

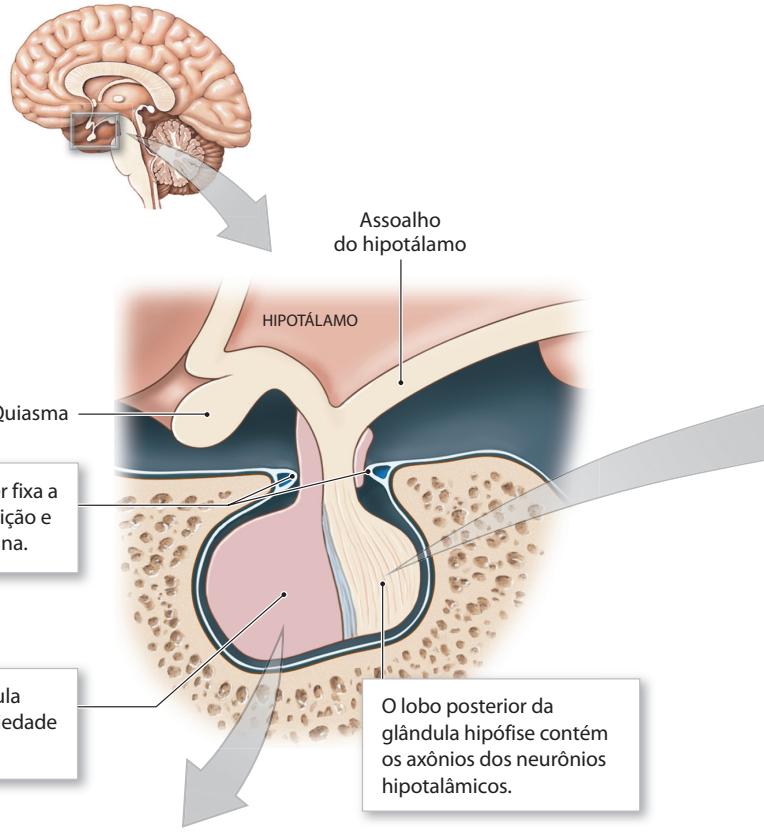
Pâncreas (ilhotas pancreáticas)

As **ilhotas pancreáticas** secretam hormônios que regulam a absorção da glicose e sua utilização pelos tecidos do organismo.

Os hormônios da hipófise, da glândula paratireoide, da glândula pineal, das ilhotas pancreáticas e alguns hormônios suprarrenais (adrenais) exercem seus efeitos por meio dos sistemas de segundo mensageiro, afetando principalmente as atividades enzimáticas. Os hormônios da tireoide e outros hormônios suprarrenais (adrenais) trabalham sobretudo para alterar as atividades genéticas. Como resultado, seus efeitos levam mais tempo para aparecer.

A glândula hipófise atua como uma glândula mestra

1 A hipófise é uma glândula pequena e oval que se encontra aninhada dentro da sela turca, uma depressão no osso esfenoide. A hipófise libera nove hormônios peptídicos importantes – o lobo anterior secreta sete hormônios e o lobo posterior libera dois. Os hormônios do lobo posterior são sintetizados pelo hipotálamo. Todos os nove hormônios ligam-se a receptores de membrana, e todos os nove usam o mesmo segundo mensageiro. Os hormônios do lobo anterior também são chamados de **hormônios trópicos** (ou tróficos) (*tropo*, ligar, direcionar, alterar), porque eles "ligam" as glândulas endócrinas ou apoiam as funções de outros órgãos.



Hormônios do lobo anterior da hipófise

TSH

Hormônio estimulante da tireoide (TSH), também chamado de tireotropina, tem como alvo a glândula tireoide, na qual estimula a liberação dos hormônios da tireoide.

Glândula tireoide

ACTH

Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), também conhecido como corticotropina, estimula a liberação de hormônios esteroides pelo córtex da glândula suprarrenal (adrenal), a porção externa da glândula suprarrenal. O ACTH tem como alvo especificamente as células que produzem hormônios que afetam o metabolismo da glicose.

Glândula suprarrenal (adrenal)

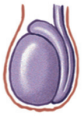
Gonadotrofinas (FSH e LH)

Os hormônios chamados **gonadotrofinas** regulam as atividades das gônadas. (Esses órgãos – os testículos nos homens e os ovários nas mulheres – produzem tanto células reprodutivas como hormônios.)

O **hormônio folículo-estimulante (FSH)** promove o desenvolvimento do folículo ovariano nas mulheres e, em combinação com o hormônio luteinizante, estimula a secreção de **estrogênios** pelas células do ovário.
Nos homens, o FSH promove a espermatogênese. A produção de FSH é inibida pelo **inibina**, um hormônio peptídico liberado pelas células nos testículos e nos ovários.

Ovário

O **hormônio luteinizante (LH)** induz a ovocitação, a liberação de células reprodutivas nas fêmeas. Também promove a secreção, pelos ovários, de estrogênios e progestagênios (como a progesterona), que preparam o organismo para uma possível gravidez. Nos homens, essa gonadotrofina estimula a produção dos hormônios sexuais pelas células intersticiais dos testículos. Esses hormônios sexuais são chamados de **androgênios** (*andros*, homem); o androgênio mais importante é a testosterona.



Testículo

Hormônios do lobo posterior da hipófise

ADH

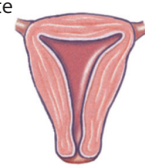
O **hormônio antidiurético (ADH)**, também conhecido como **vasopressina**, é liberado em resposta a uma variedade de estímulos, principalmente por aumento na concentração de soluto no sangue ou diminuição do volume de sangue ou da pressão sanguínea. O aumento dos níveis de soluto estimula os osmorreceptores, neurônios do hipotálamo especializados que respondem às alterações na concentração osmótica dos fluidos corporais. Os osmorreceptores então estimulam os neurônios neurossecretores que liberam o ADH.

- A função primária do ADH é a de reduzir perda de água nos rins. Com as perdas minimizadas, o corpo retém a água absorvida pelo sistema digestório, diminuindo as concentrações de eletrólitos no fluido extracelular.
- Em altas concentrações, o ADH também provoca vasoconstrição, uma constrição dos vasos sanguíneos periféricos que ajuda a elevar a pressão arterial.
- O álcool inibe a liberação de ADH, o que explica o aumento da excreção de fluidos que se segue ao consumo de bebidas alcoólicas.

Rim

OCITOCINA

Nas mulheres, a **ocitocina** (*okytokos*, nascimento rápido), ou **Oxt**, estimula a contração do músculo liso na parede do útero, favorecendo o trabalho de parto. Depois do parto, a ocitocina estimula a contração das células mioepiteliais ao redor dos alvéolos secretores e dos dutos das glândulas mamárias, promovendo a ejeção de leite. Embora as funções da ocitocina na atividade sexual permaneçam obscuras, sabe-se que as concentrações de ocitocina circulante aumentam durante a excitação sexual e o pico do orgasmo em ambos os sexos.



Útero

GH

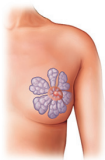
O **hormônio do crescimento (GH)** estimula o crescimento celular e a reprodução por acelerar a taxa de síntese proteica. As células do músculo esquelético e os condrócitos são particularmente sensíveis a esse hormônio.

- Nos tecidos epiteliais e conjuntivos, o GH estimula a divisão de células-tronco e a diferenciação de células-filhas.
- No tecido adiposo, o GH estimula os adipócitos (células de gordura), quebrando os triglicérides armazenados e liberando os ácidos graxos no sangue. Em seguida, muitos tecidos param de quebrar a glicose e usam os ácidos graxos, em vez de gerar ATP. Isso é denominado de **efeito poupador de glicose**.
- No fígado, o GH estimula a quebra de reservas de glicogênio, acarretando a liberação de glicose na corrente sanguínea.

Sistemas musculares e esqueléticos

PRL

A **prolactina** (*pro-*, antes de + *lac*, leite) **(PRL)** trabalha com outros hormônios para estimular o desenvolvimento da glândula mamária. Na gravidez e durante o período de amamentação que segue o parto, a PRL também estimula a produção de leite pelas glândulas mamárias.



MSH

A *pars intermedia*, uma porção estreita do lobo anterior mais próxima ao lobo posterior, pode secretar o **hormônio estimulante de melanócitos (MSH)**. O MSH estimula os melanócitos da pele para aumentar a sua produção de melanina. Em adultos, essa parcela do lobo anterior é virtualmente não funcional, e o sangue em circulação normalmente não contém MSH.

Revisão do Módulo 10.4

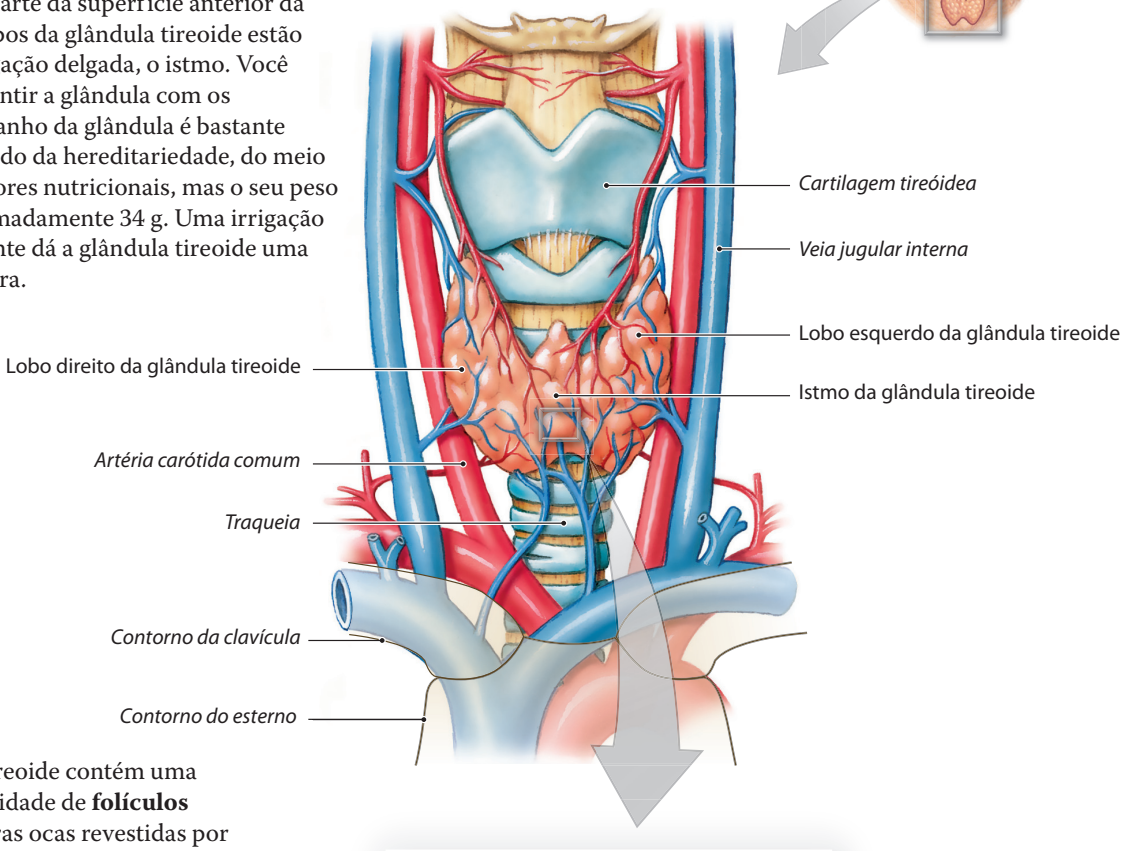
a. Nomeie os dois lobos da glândula hipófise e as células produtoras dos hormônios por ela secretados.

b. Identifique os nove hormônios hipofisários e seus tecidos-alvo.

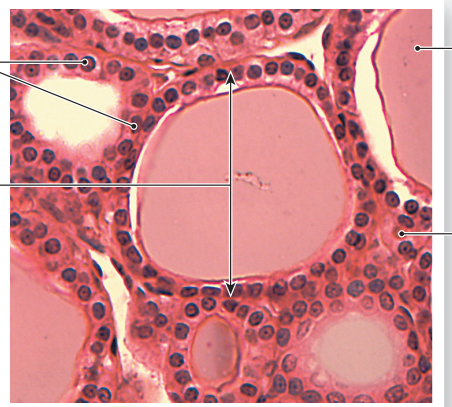
c. Em uma pessoa desidratada, como a quantidade de ADH liberado pela hipófise posterior se alteraria?

Os hormônios da glândula tireoide regulam o metabolismo ou os níveis de íons de cálcio

1 A **glândula tireoide** curva-se na superfície anterior da traqueia, logo abaixo da cartilagem tireóidea ("em forma de escudo"), que constitui a maior parte da superfície anterior da laringe. Os dois lobos da glândula tireoide estão unidos por uma ligação delgada, o istmo. Você pode facilmente sentir a glândula com os seus dedos. O tamanho da glândula é bastante variável, dependendo da hereditariedade, do meio ambiente e dos fatores nutricionais, mas o seu peso médio é de aproximadamente 34 g. Uma irrigação sanguínea abundante dá a glândula tireoide uma cor vermelho-escura.



2 A glândula tireoide contém uma grande quantidade de **folículos tireoidianos**, esferas ocas revestidas por um epitélio cúbico simples. As células do folículo circundam uma cavidade do folículo que contém **coloide**, um fluido viscoso que contém grandes quantidades de proteínas dissolvidas. Uma rede de capilares rodeia cada folículo, fornecendo nutrientes e hormônios reguladores para as células glandulares, além de receber suas secreções e resíduos metabólicos. As células foliculares sintetizam uma proteína globular chamada **tireoglobulina**. As moléculas de tireoglobulina contêm o aminoácido tirosina. Íons de iodeto são adicionados às moléculas de tirosina para formar hormônios da tireoide. O complexo hormônio-tireoglobulina é, então, armazenado no folículo da tireoide.

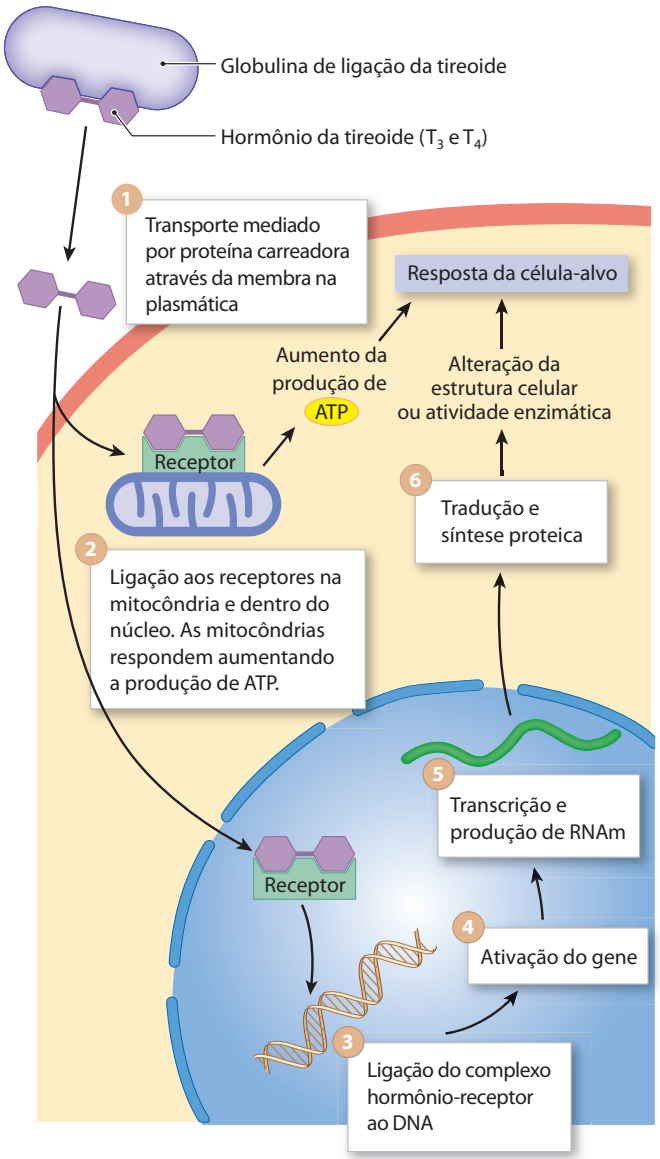


Corte histológico da glândula tireoide LM × 260

Uma segunda população de células endócrinas encontra-se imprensada entre as membranas basais das células foliculares. Essas células grandes e pálidas – denominadas **células C (claras)** ou células parafoliculares – produzem o hormônio **calcitonina (CT)**, que ajuda a regular a concentração de íons de cálcio nos fluidos corporais.

3 As células foliculares da tireoide quebram a tireoglobulina em dois hormônios da tireoide, **T_3 (tri-iodotironina)** e **T_4 (tiroxina)**, que são liberados na corrente sanguínea (os subscritos 3 e 4 referem-se a quantos íons iodeto cada hormônio contém). Aproximadamente 75% dos hormônios da tireoide que entram na corrente sanguínea anexam-se às proteínas transportadoras chamadas **globulinas de ligação da tireoide (TBGs)**. As proteínas transportadoras liberam gradualmente hormônios da tireoide, e os hormônios da tireoide ligados representam uma reserva substancial: a corrente sanguínea normalmente contém suprimento para mais de uma semana de hormônios da tireoide.

4 Os hormônios tireoidianos são transportados principalmente através da membrana plasmática, por transporte facilitado, por uma proteína carreadora. Uma vez nas células, esses hormônios ligam-se a receptores na mitocôndria e a receptores dentro do núcleo. Os hormônios da tireoide ligados às mitocôndrias aumentam as taxas mitocondriais de produção de ATP. Os complexos hormônio-receptores no núcleo ativam genes específicos ou alteram a taxa de transcrição, que afetam as atividades metabólicas da célula por meio do aumento ou da diminuição de enzimas específicas.



5 Esta tabela resume os efeitos importantes dos hormônios da tireoide nos tecidos periféricos.

Efeitos de T_3 e T_4 nos tecidos periféricos

- Eleva a taxa metabólica (aumento do oxigênio e da energia de consumo); pode elevar a temperatura corporal nas crianças.
- Aumenta a frequência cardíaca e a força de contração; geralmente eleva a pressão arterial.
- Aumenta a sensibilidade à estimulação simpática.
- Mantém a sensibilidade normal dos centros respiratórios às alterações nas concentrações de oxigênio e dióxido de carbono.
- Estimula a formação de glóbulos vermelhos, melhorando a oxigenação.
- Estimula a atividade em outros tecidos do sistema endócrino
- Acelera a renovação de minerais nos ossos.

Revisão do Módulo 10.5

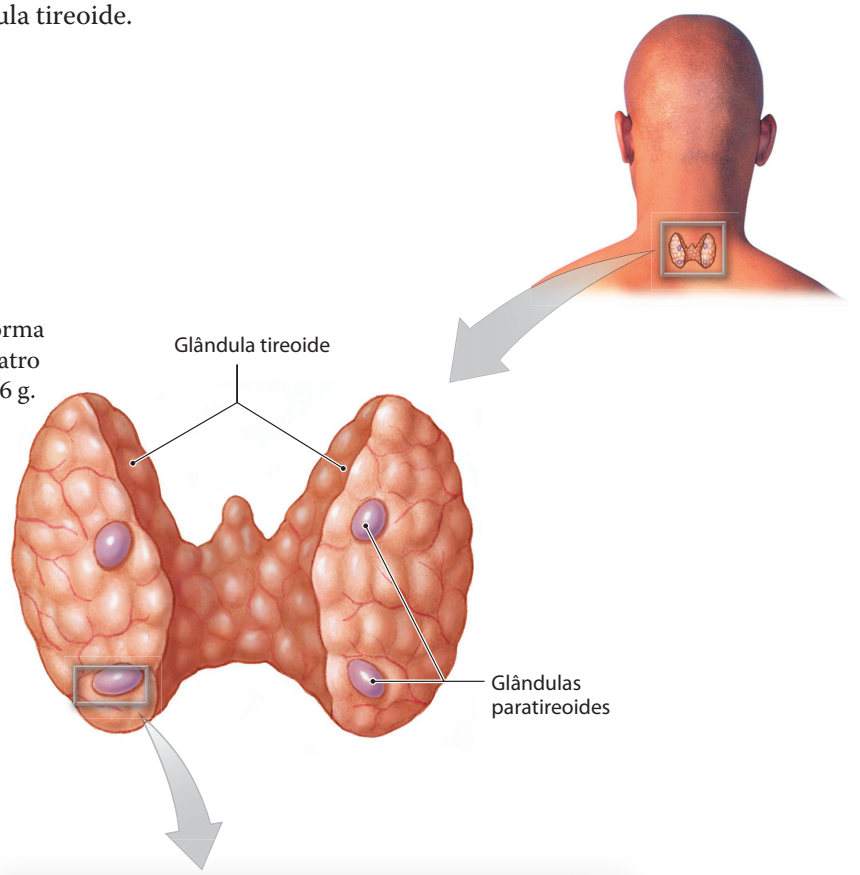
a. Nomeie os três hormônios secretados pela glândula tireoide.

b. Liste cinco efeitos que os hormônios da tireoide provocam nos tecidos periféricos.

c. Após uma tireoidectomia (remoção cirúrgica da glândula tireoide), os sintomas de diminuição das concentrações de hormônio da tireoide demoram cerca de uma semana para aparecer. Por quê?

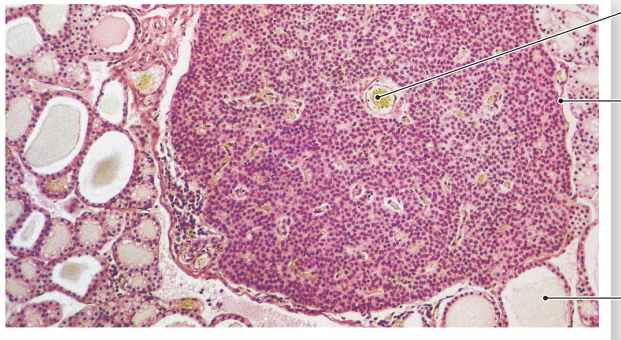
O paratormônio, produzido pelas glândulas paratireoides, é o principal regulador dos níveis de íons de cálcio nos fluidos corporais

Dois pares das **glândulas paratireoides** são incorporados nas superfícies posteriores da glândula tireoide.



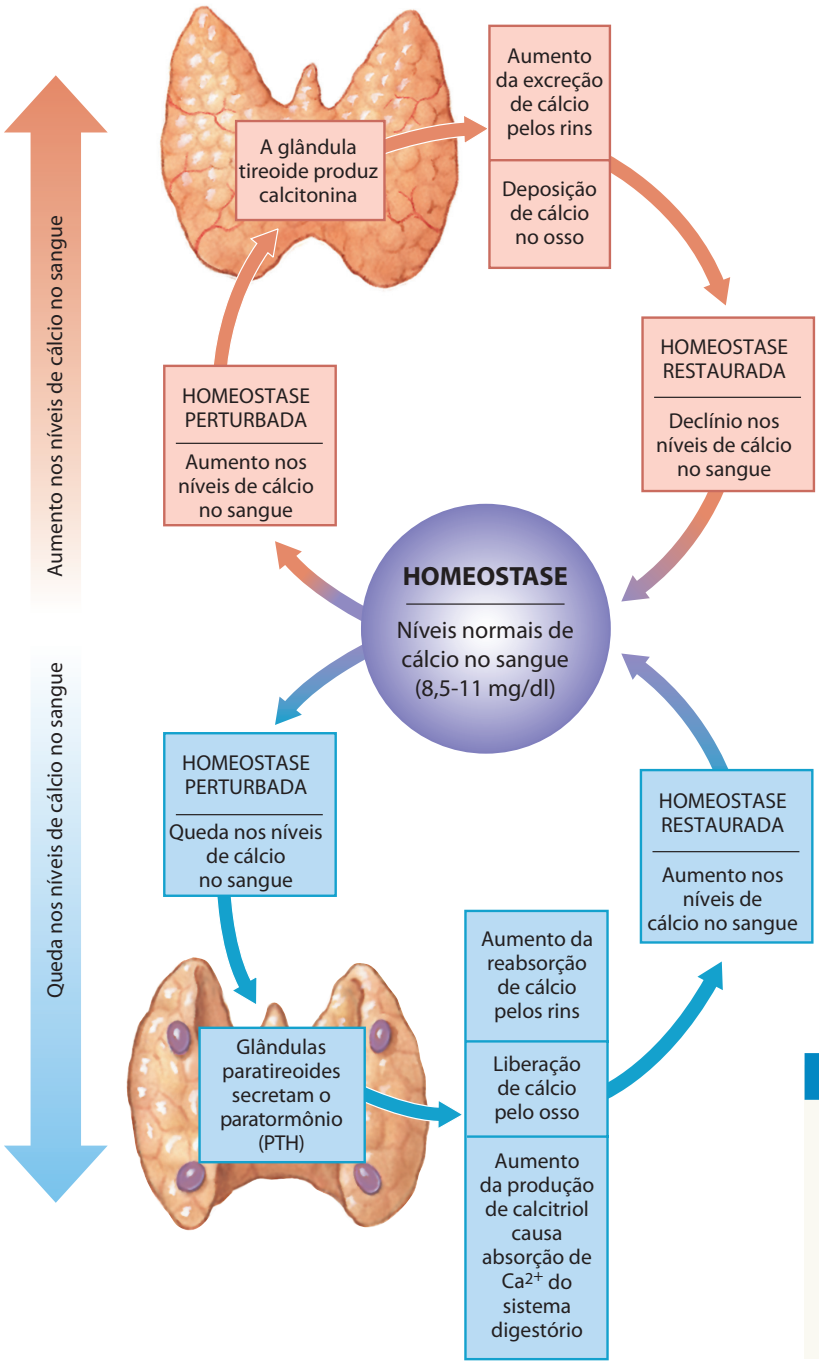
1 As glândulas paratireoides têm a forma de pequenas ervilhas. Juntas, as quatro glândulas paratireoides pesam apenas 1,6 g. A cápsula da glândula tireoide cobre as glândulas paratireoides e as mantém na posição.

2 As glândulas paratireoides têm, pelo menos, duas populações de células: (1) As **células principais das paratireoides** produzem o paratormônio. (2) As **oxífilas**, o outro tipo de célula, não têm nenhuma função conhecida. Assim como as células C da glândula tireoide, as células da paratireoide monitoram a concentração de íons de cálcio circulante. Quando a concentração de Ca^{2+} do sangue cai abaixo do normal, as células paratireoides secretam o **paratormônio (PTH)**. A secreção de PTH aumenta a concentração de Ca^{2+} nos fluidos corporais.



Glândula paratireoide LM × 94

3 O paratormônio e a calcitonina (secretada pela tireoide) têm efeitos opostos sobre os níveis dos íons de cálcio nos fluidos do corpo. No entanto, em adultos saudáveis, o PTH, auxiliado pelo calcitriol secretado pelos rins, é o principal regulador da concentração de íons cálcio circulante. A remoção da glândula tireoide raramente afeta a homeostase de íons cálcio. Como a dieta alimentar e a demanda metabólica estão estreitamente equilibradas, os níveis de cálcio arterial elevados são muito raros. Contudo, a calcitonina pode ser administrada clinicamente para tratar vários distúrbios metabólicos que aumentam os níveis de cálcio e causam a formação óssea excessiva.



Efeitos do paratormônio nos tecidos periféricos

- *Mobiliza o cálcio do osso afetando a atividade dos osteoblastos e osteoclastos*. O PTH inibe os osteoblastos, reduzindo a taxa de deposição de cálcio nos ossos. A atividade dos osteoclastos predomina e, como a matriz óssea vai sendo corroída, os níveis plasmáticos de Ca^{2+} sobem.
- *Aumenta a reabsorção de Ca^{2+} pelos rins.*
- *Estimula a formação e secreção de calcitriol nos rins*. Normalmente os efeitos do calcitriol complementam ou melhoram os do PTH, mas um dos efeitos principais do calcitriol é aumentar a absorção de Ca^{2+} e do PO_4^{3-} pelo sistema digestório.

Revisão do Módulo 10.6

a. Descreva a localização das glândulas paratireoides.

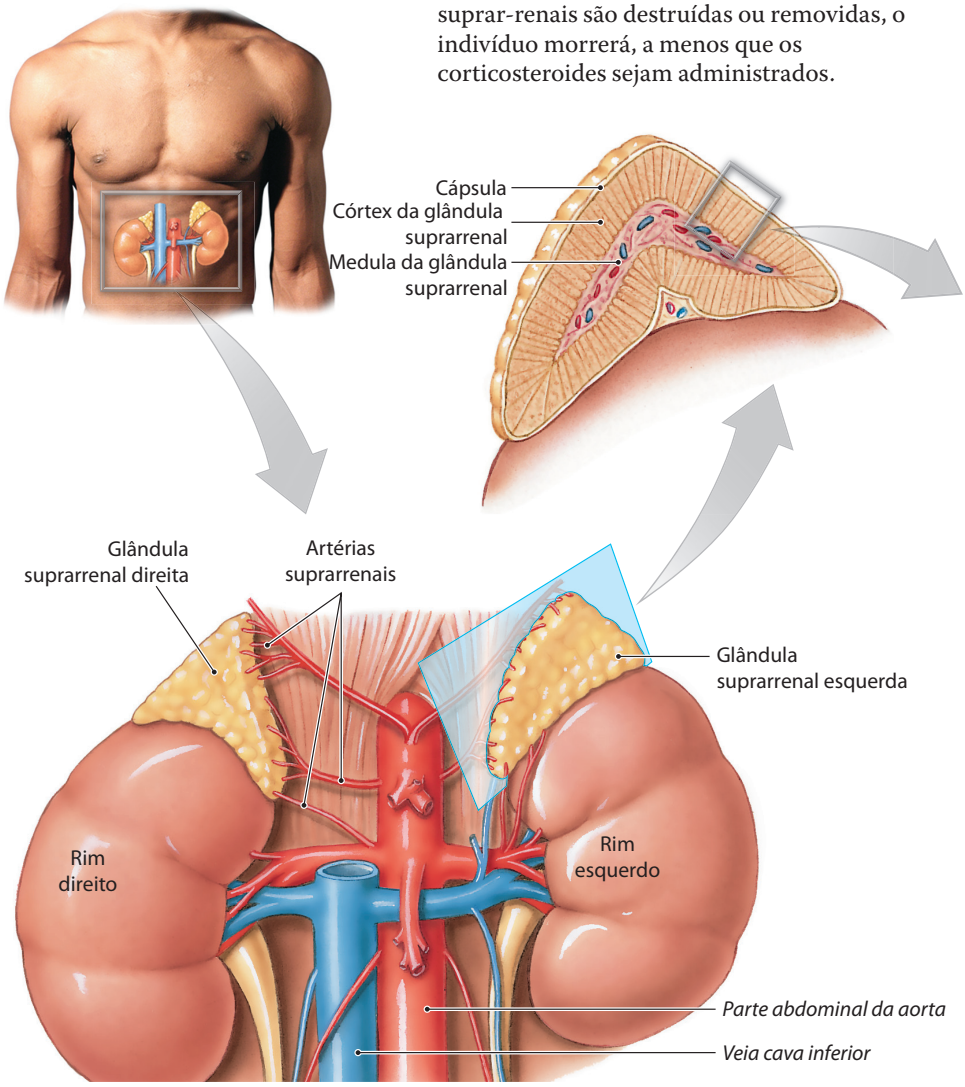
b. Explique como o paratormônio aumenta os níveis de cálcio no sangue.

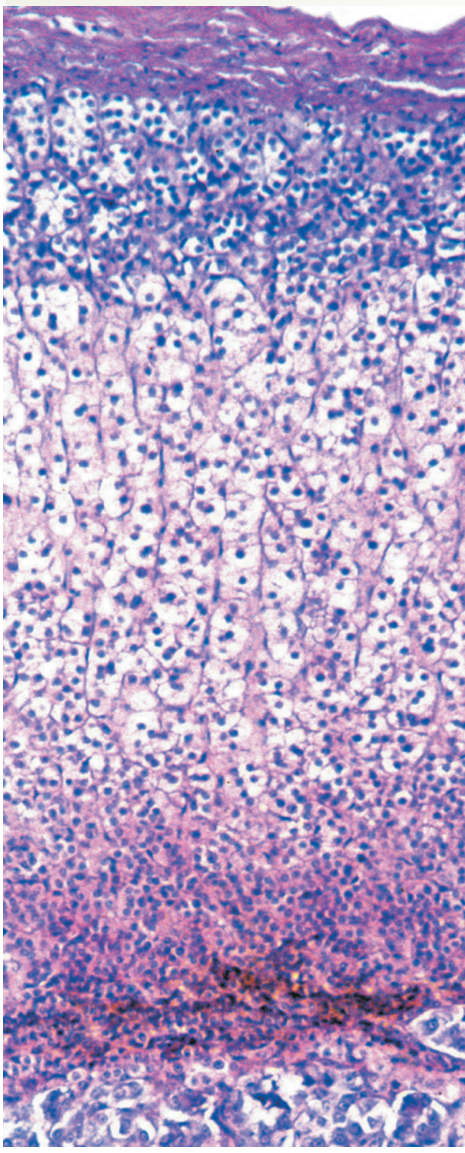
c. O aumento dos níveis de cálcio no sangue resultaria no aumento da secreção de qual hormônio?

As glândulas suprarrenais produzem hormônios envolvidos na regulação metabólica

1 A **glândula suprarrenal** (adrenal), de coloração amarela e formato piramidal, acomoda-se na borda superior de cada rim. As glândulas suprarrenais são retroperitoneais, assim como são os rins, e apenas as suas superfícies anteriores são cobertas por uma camada de peritônio parietal. Assim como as outras glândulas endócrinas, as glândulas suprarrenais são ricamente irrigadas por vasos sanguíneos.

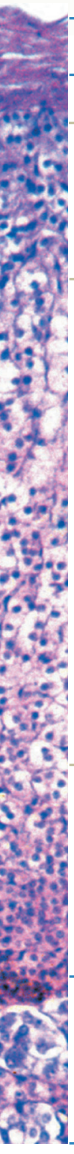
2 O córtex da glândula suprarrenal (adrenal) tem uma coloração amarela decorrente dos lipídios armazenados, especialmente o colesterol e vários ácidos graxos. O córtex da glândula suprarrenal produz mais de duas dúzias de hormônios esteroides, chamados coletivamente de corticosteroides. Como outros hormônios esteroides, os corticosteroides exercem seus efeitos por meio da determinação de quais genes nos núcleos das células-alvo são transcritos e em qual frequência. As mudanças resultantes na natureza e na concentração de enzimas no citoplasma afetam o metabolismo celular. Os **corticosteroides** são vitais: se as glândulas suprar-renais são destruídas ou removidas, o indivíduo morrerá, a menos que os corticosteroides sejam administrados.





Glândula suprarrenal LM × 250

3 Profundamente à cápsula suprarrenal, no córtex da glândula suprarrenal, há três regiões distintas, ou zonas. Cada zona sintetiza hormônios esteroides específicos. Profundamente ao córtex encontramos a medula da glândula suprarrenal, que sintetiza a epinefrina e a norepinefrina.



Hormônios suprarrenais

Região/Zona	Hormônios	Alvos principais	Efeitos hormonais	Controle regulatório
Cápsula				
CÓRTEX DA GLÂNDULA SUPRARRENAL				
Zona externa do córtex da glândula suprarrenal	**Mineralocorticoides (MCs)**, principalmente a **aldosterona**	Rins	A aldosterona aumenta a reabsorção de Na^+ e de água, especialmente na presença de ADH. Também acelera a perda urinária de K^+.	A secreção mineralocorticoide é estimulada pela ativação do sistema renina-angiotensina (Módulo 12.11) e inibida pelos hormônios que se opõem a esse sistema.
Zona central e extensa do córtex da glândula suprarrenal	Os **glicocorticoides (GCs)** são hormônios esteroides que afetam o metabolismo da glicose. Os hormônios mais importantes são o **cortisol**, também chamado de hidrocortisona, e quantidades menores do esteroide relacionado, a **corticosterona**. O fígado converte uma parte do cortisol circulante em **cortisona**, outro glicocorticoide metabolicamente ativo.	A maioria das células	Os glicocorticoides aumentam as taxas de glicose e de formação de glicogênio pelo fígado. Também estimulam a liberação de aminoácidos do músculo esquelético, de lipídios dos tecidos adiposos, e promovem o catabolismo lipídico dentro das células periféricas. Essas ações complementam o efeito poupador de glicose do hormônio do crescimento (Módulo 10.4). O cortisol também reduz a inflamação (tem um **efeito anti-inflamatório**).	A secreção de glicocorticoides é estimulada pelo hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), do lobo anterior da glândula hipófise.
Zona estreita margeando a medula da glândula suprarrenal	Pequenas quantidades de androgênios (hormônios sexuais masculinos) que na corrente sanguínea podem ser convertidos em estrogênios	Pele, ossos e outros tecidos, mas têm efeitos mínimos nos adultos normais	Androgênicos suprarrenais, estimulam o desenvolvimento de pelos pubianos nos meninos e nas meninas antes da puberdade.	A secreção dos androgênios é estimulada pelo ACTH.
MEDULA DA GLÂNDULA SUPRARRENAL	Epinefrina (E) e norepinefrina (NE)	A maioria das células	A epinefrina e a norepinefrina aumentam a atividade cardíaca, a pressão sanguínea, a quebra de glicogênio e os níveis de glicose no sangue.	A secreção de epinefrina e norepinefrina é estimulada pelas fibras pré-ganglionares simpáticas durante a ativação simpática.

Revisão do Módulo 10.7

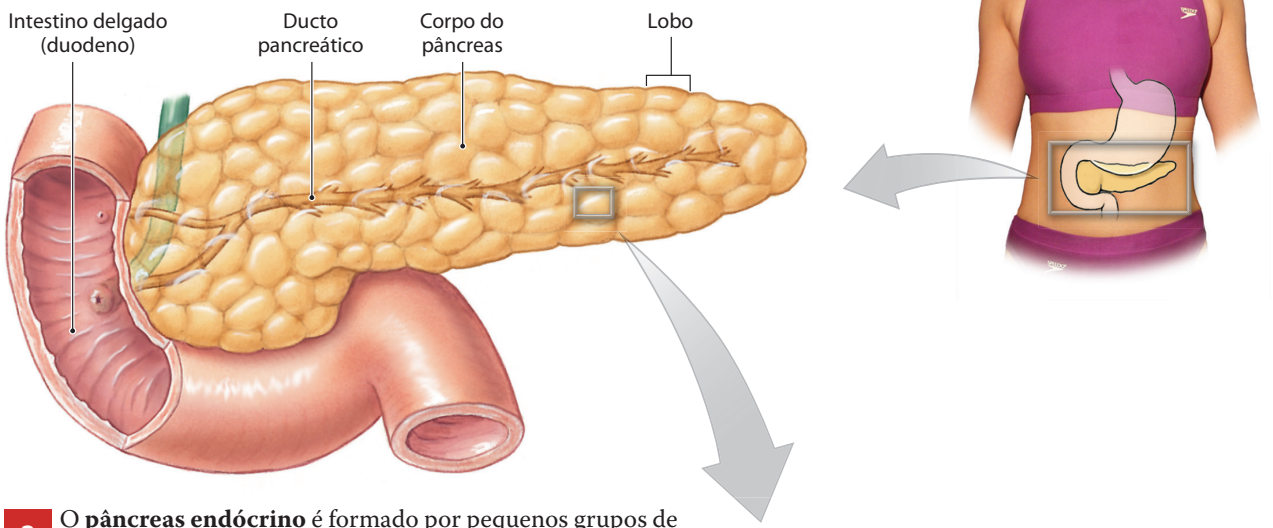
a. Identifique as duas regiões de uma glândula suprarrenal e cite os hormônios secretados por cada uma.

b. Identifique o tecido-alvo da aldosterona.

c. Como os níveis de cortisol elevados afetariam os níveis de glicose no sangue?

As ilhotas pancreáticas secretam insulina e glucagon, e regulam o uso de glicose pela maioria das células

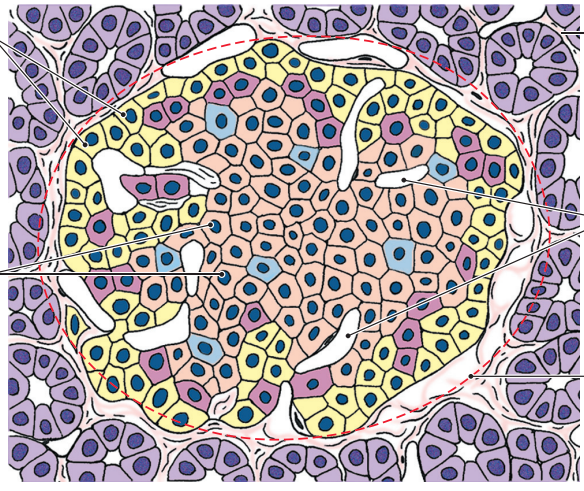
1 O **pâncreas** está localizado dentro da cavidade abdominal, parte dele alojada na curva formada entre a borda inferior do estômago e a porção proximal do intestino delgado. O pâncreas é um órgão delgado, de cor pálida e superfície irregular. Nos adultos, o pâncreas tem de 20 a 25 cm de comprimento e pesa aproximadamente 80 g. O pâncreas tem funções tanto endócrinas como exócrinas. O **pâncreas exócrino**, cerca de 99% do volume do órgão, consiste em aglomerados de células glandulares e seus ductos anexos. As células glandulares e os ductos secretam grandes quantidades de um fluido alcalino, rico em enzimas, que, através de um ou dois ductos pancreáticos, chega ao lúmen do sistema digestório.



2 O **pâncreas endócrino** é formado por pequenos grupos de células espalhadas entre as células exócrinas. Os aglomerados endócrinos são conhecidos como **ilhotas pancreáticas**, ou ilhotas de Langerhans. As ilhotas pancreáticas respondem a apenas aproximadamente 1% de todas as células no pâncreas. No entanto, um pâncreas típico contém cerca de 2 milhões de ilhotas pancreáticas, e suas secreções são vitais para a nossa sobrevivência.

As **células alfa** produzem o hormônio **glucagon**. O glucagon aumenta os níveis de glicose no sangue por meio da elevação da taxa de quebra de glicogênio e de liberação de glicose pelo fígado.

As **células beta** produzem o hormônio **insulina**. A insulina reduz os níveis de glicose no sangue, por meio do aumento da taxa de absorção da glicose e utilização pelas células, e pela elevação da síntese do glicogênio em músculos esqueléticos e no fígado.

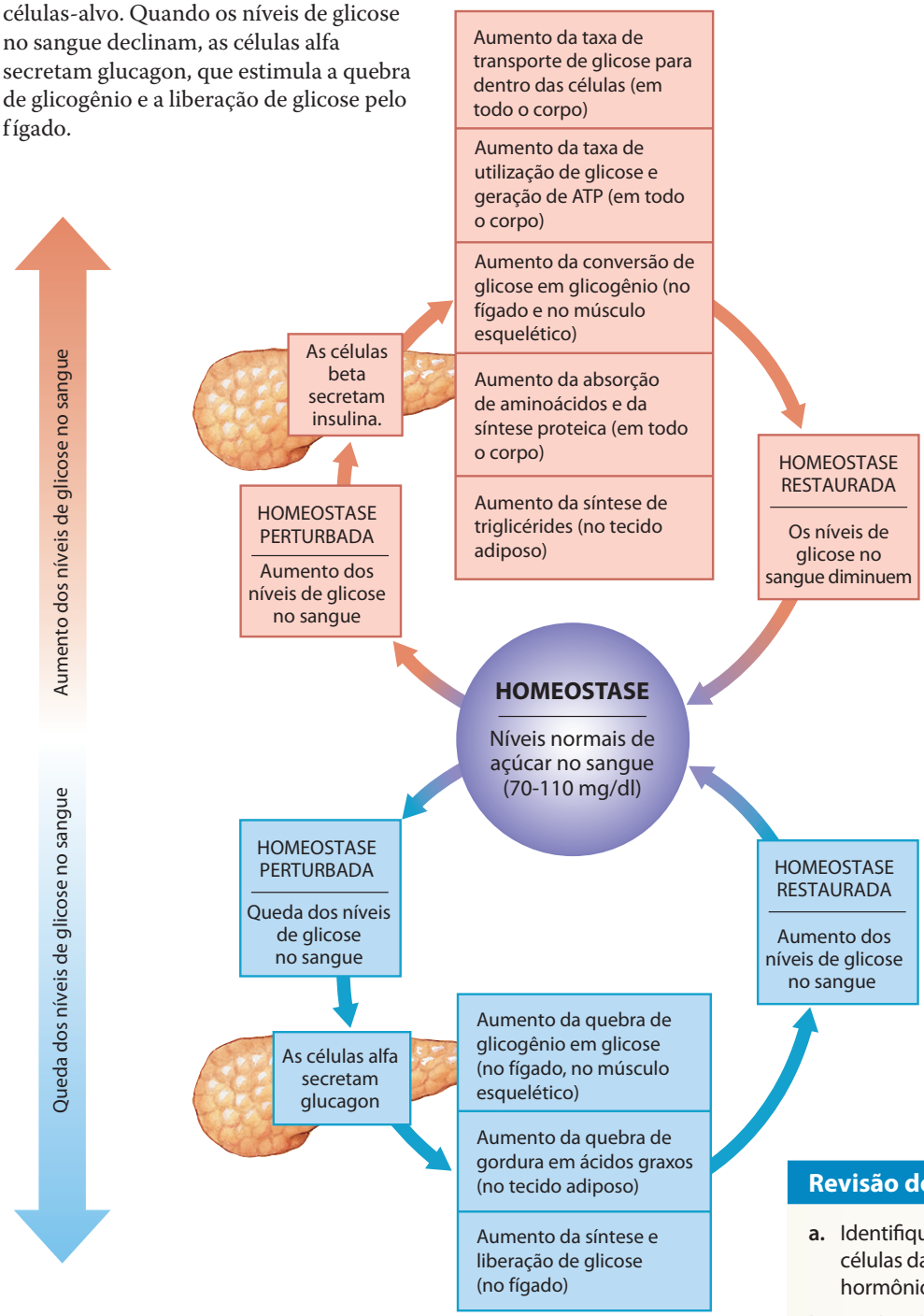


As células exócrinas do pâncreas formam pequenos aglomerados que secretam em um lúmen contínuo ao ducto pancreático. Os aglomerados glandulares são denominados **ácinos pancreáticos**.

Capilares

Ilhotas pancreáticas

3 A insulina e o glucagon são os principais hormônios que regulam os níveis de glicose no sangue. Quando os níveis de glicose aumentam, as células beta secretam insulina, a qual, então, estimula o transporte de glicose através das membranas plasmáticas para dentro das células-alvo. Quando os níveis de glicose no sangue declinam, as células alfa secretam glucagon, que estimula a quebra de glicogênio e a liberação de glicose pelo fígado.



Revisão do Módulo 10.8

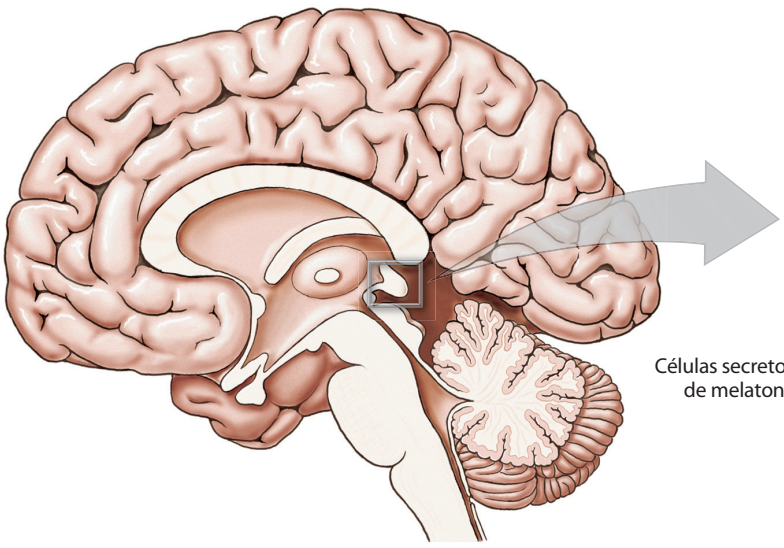
a. Identifique dois tipos importantes de células das ilhotas pancreáticas e os hormônios produzidos por cada uma.

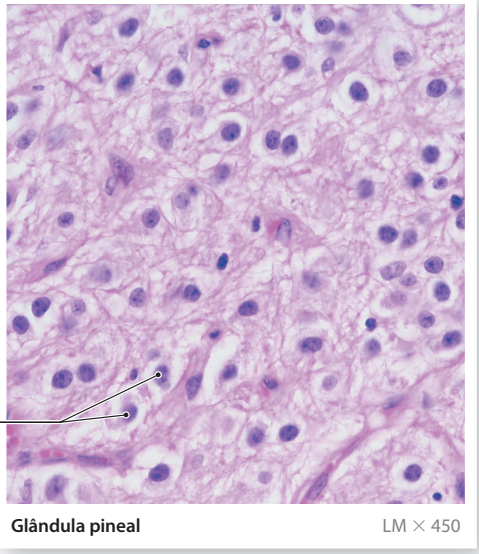
b. Qual é o hormônio cuja secreção reduz as concentrações de glicose no sangue?

c. Como o aumento dos níveis de glucagon afeta a quantidade de glicogênio armazenado no fígado?

A glândula pineal do epitálamo secreta melatonina

1 A **glândula pineal**, parte do epitálamo, está localizada na porção posterior do teto do terceiro ventrículo. A glândula pineal contém neurônios, neuróglia e células secretoras especiais que sintetizam o hormônio **melatonina**. Ramos colaterais das vias visuais entram na glândula pineal e afetam a taxa de produção de melatonina, que é menor durante o dia e mais elevada durante a noite.





Glândula pineal LM × 450

Função da melatonina nos humanos

- *Inibe as funções reprodutivas*. Em alguns mamíferos, a melatonina retarda a maturação do esperma, dos ovócitos e dos órgãos genitais por meio da redução da taxa de secreção de GnRH. Ainda não está claro por que ocorre dessa forma nos seres humanos, mas as evidências sugerem que a melatonina pode ter uma função na temporização da maturação sexual humana. Os níveis sanguíneos da melatonina declinam na puberdade, e tumores pineais, que eliminam a produção de melatonina, provocam uma puberdade prematura.
- *Protege o tecido contra danos provocados por radicais livres*. A melatonina é um antioxidante muito eficaz que pode proteger os neurônios do SNC de **radicais livres**, como o óxido nítrico (NO) ou o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que podem ser gerados no tecido neural ativo.
- *Estabelece os ritmos circadianos*. Como a atividade pineal é cíclica, a glândula pineal também está envolvida com a manutenção dos **ritmos circadianos** básicos – alterações diárias nos processos fisiológicos que seguem um padrão noite-dia regular.

Revisão do Módulo 10.9

a. Descreva a localização da glândula pineal.

b. De que maneira períodos mais longos de luz do dia, como durante o verão, afetariam a produção de melatonina?

c. Liste três funções da melatonina.

O diabete melito é um distúrbio endócrino caracterizado por níveis excessivamente elevados de glicose no sangue

Diabete melito

O **diabete melito** (*mellitum*, mel) é caracterizado por concentrações de glicose altas o suficiente para sobrepujar a capacidade de reabsorção dos rins (a presença de níveis de glicose anormalmente altos no sangue é chamado de **hiperglicemia**). No diabete melito, a glicose é detectada na urina (**glicosúria**), e o volume urinário geralmente se torna excessivo (**poliúria**). O diabete melito pode ser causado por alterações genéticas ou mutações que resultam na produção inadequada de insulina, na síntese de moléculas anormais de insulina ou na produção de proteínas receptoras de insulina defeituosas.

Diabete tipo 1 (dependente de insulina)

No **diabete tipo 1 (dependente de insulina)**, as células beta pancreáticas não produzem insulina suficiente. Indivíduos com diabetes tipo 1 devem tomar insulina para viver – normalmente, várias injeções diárias ou uma infusão contínua por meio de uma bomba de insulina ou outro dispositivo. O diabetes tipo 1 representa apenas cerca de 5% a 10% dos casos de diabetes e, muitas vezes, desenvolve-se na infância.

Diabetes tipo 2 (não dependente de insulina)

O **diabetes tipo 2 (não dependente de insulina)** é a forma mais comum de diabete melito. A maioria das pessoas com diabetes tipo 2 produz quantidades normais de insulina, pelo menos inicialmente, mas os seus tecidos não respondem adequadamente – uma condição conhecida como resistência à insulina. O diabetes tipo 2 está associado à obesidade, e a perda de peso por meio de dieta e exercício pode ser um tratamento eficaz, especialmente se conjugado com as drogas que alteram as taxas da síntese de glicose e a liberação pelo fígado.

1 O diabete melito não tratado interrompe as atividades metabólicas em todo o corpo. Começam, então, a surgir problemas clínicos, porque os tecidos estão passando por uma crise energética – na realidade, a maior parte dos tecidos respondem como responderiam durante uma fome crônica, quebrando lipídios e até mesmo proteínas, porque são incapazes de absorver a glicose do seu entorno. Os subprodutos dessa alteração metabólica, as moléculas chamadas corpos cetônicos, podem provocar perigosa acidificação dos fluidos corporais. Essa condição é chamada de **cetoacidose diabética**. Além disso, mudanças anormais na estrutura dos vasos sanguíneos são particularmente perigosas. Estima-se que 23,6 milhões de pessoas nos Estados Unidos apresentam algum tipo de diabetes.

Problemas clínicos causados pelo diabete melito

- Proliferação de capilares e hemorragia na retina podem causar cegueira parcial ou completa. Essa condição é denominada **retinopatia diabética**.
- Bloqueios degenerativos na circulação cardíaca podem ocasionar ataques cardíacos precoces. Para determinada faixa etária, os ataques cardíacos são três a cinco vezes mais frequentes em indivíduos com diabetes do que em pessoas que não apresentam a doença.
- A **nefropatia diabética** – alterações degenerativas nos rins – pode acarretar insuficiência renal.
- O fluxo sanguíneo anormal para os tecidos neurais é, provavelmente, o responsável por uma variedade de problemas com os nervos periféricos, incluindo a função autônoma anormal. Como grupo, esses distúrbios são designados de **neuropatia diabética**.
- O fluxo sanguíneo para as partes distais dos membros é reduzido, o que danifica os tecidos periféricos. A redução do fluxo sanguíneo para o pé, por exemplo, pode provocar morte tecidual, ulceração, infecção e perda dos dedos ou de grande parte de um ou dos dois pés.

Revisão do Módulo 10.10

a. Defina diabete melito.

b. Identifique e descreva os dois tipos de diabete melito.

c. Descreva três problemas clínicos causados pelo diabete melito.

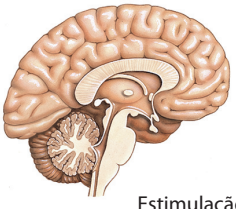
10.11

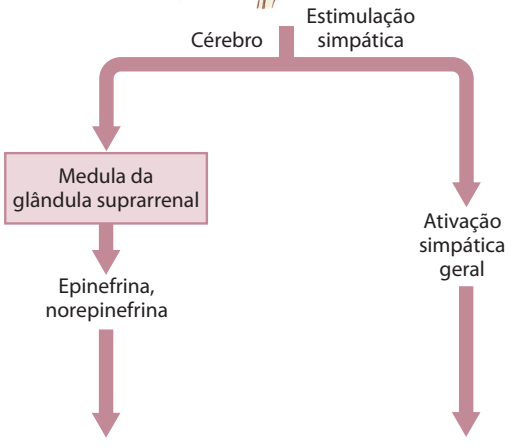
A resposta ao estresse é uma resposta previsível a qualquer ameaça significativa à homeostase

Qualquer condição – física ou emocional – que ameaça a homeostase é uma forma de **estresse**. Muitas situações de estresse são antagonizadas por ajustes homeostáticos específicos. Por exemplo, diminuição na temperatura corporal causa tremores ou alterações no fluxo sanguíneo, o que pode restaurar a temperatura normal do corpo. Além disso, o organismo tem uma resposta geral ao estresse que pode ocorrer enquanto outras respostas, mais específicas, estão em andamento. A exposição a uma ampla variedade de fatores causadores de estresse produzirá o mesmo padrão geral de ajustes hormonais e fisiológicos. Essas respostas fazem parte da **resposta ao estresse**, também conhecida como a **síndrome geral de adaptação (GAS)**. A resposta ao estresse tem três fases: fase do alarme, da resistência e da exaustão.

Fase de alarme ("luta ou fuga")

Durante a **fase de alarme**, ocorre uma resposta imediata ao estresse. A divisão simpática do sistema nervoso autônomo dirige essa resposta. Na fase de alarme, (1) as reservas de energia são mobilizadas, principalmente na forma de glicose, e (2) o corpo prepara-se para lidar com o fator causador do estresse por meio de respostas de "luta ou fuga". A epinefrina é o hormônio dominante da fase de alarme, e a sua secreção acompanha uma ativação simpática generalizada.



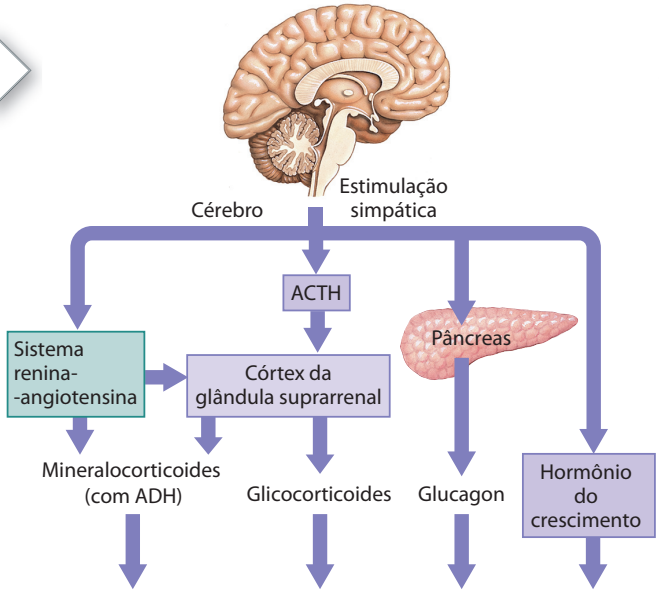


Respostas imediatas a curto prazo para crises

- Mobilização das reservas de glicogênio e lipídios para formar glicose
- Aumento do estado de alerta
- Aumento do consumo de energia por todas as células
- Mudança nos padrões de circulação
- Redução da atividade digestiva e da produção de urina
- Aumento da secreção das glândulas sudoríferas
- Aumento das frequências cardíaca e respiratória

Fase de resistência

Se um estresse dura mais do que algumas horas, o indivíduo entra na **fase de resistência** da resposta ao estresse. Os glicocorticoides são os hormônios dominantes da fase de resistência. A epinefrina, o hormônio do crescimento e os hormônios da tireoide também estão envolvidos. As demandas de energia na fase de resistência permanecem mais elevadas do que o normal, em razão dos efeitos combinados desses hormônios. O tecido neural tem uma demanda alta por energia e os neurônios precisam de um suprimento confiável de glicose. As reservas de glicogênio são adequadas para manter as concentrações de glicose normais durante a fase de alarme, mas estarão quase esgotadas depois de várias horas. Os hormônios da fase de resistência mobilizam as reservas metabólicas do corpo, enquanto desviam o metabolismo tecidual da glicose, poupando toda a glicose disponível para uso dos tecidos neurais.



Ajustes metabólicos a longo prazo

- Mobiliza as reservas remanescentes de energia: tecidos adiposos liberam lipídios; o músculo esquelético libera aminoácidos
- Conserva glicose: os tecidos periféricos (exceto o nervoso) quebram os lipídios para obter energia
- Aumenta as concentrações de glicose no sangue: o fígado sintetiza a glicose de outros carboidratos, aminoácidos e lipídios
- Conserva sais e água; perde K^+ e H^+

Fase de exaustão

As reservas de lipídios do corpo são suficientes para manter a fase de resistência por semanas ou mesmo meses. No entanto, a fase de resistência não pode ser sustentada indefinidamente. Quando a fase de resistência termina, a regulação homeostática se quebra e a **fase de exaustão** começa. A menos que ações corretivas sejam tomadas quase imediatamente, a falha de um ou de mais de um sistema de órgãos será fatal. Os desequilíbrios minerais contribuem para os problemas existentes com os principais sistemas. A produção de aldosterona ao longo da fase de resistência conserva o Na^+, a expensas do K^+. Como o conteúdo de K^+ do corpo declina, uma variedade de células – notadamente neurônios e fibras musculares – começa a apresentar problemas funcionais. Embora uma única causa (como a insuficiência cardíaca) possa ser listada como causa de morte, os problemas abaixo são indicados como causas que tornam o corpo incapaz de sustentar os ajustes endócrinos e metabólicos da fase de resistência.

Fatores que podem desencadear a fase de exaustão

- Esgotamento das reservas lipídicas e quebra de proteínas estruturais como principal fonte de energia do copo, danificando órgãos vitais
- Infecções que se desenvolvem em decorrência da supressão da inflamação e da resposta imune, um efeito secundário dos glicocorticoides, que são essenciais às atividades metabólicas da fase de resistência
- Danos cardiovasculares decorrentes do aumento da pressão e do volume de sangue relacionados à aldosterona e ADH
- Inabilidade de o córtex da glândula suprarrenal continuar a produzir glicocorticoides, o que resulta em incapacidade de manter concentrações aceitáveis de glicose no sangue
- Falha na manutenção adequada do equilíbrio hidroeletrolítico

Revisão do Módulo 10.11

a. Liste as três fases da resposta ao estresse.

b. Descreva a fase de resistência.

c. Durante qual fase da resposta ao estresse ocorre um colapso dos sistemas vitais?

1. Resposta objetiva

Identifique cada glândula endócrina, com base nos principais efeitos produzidos pelos hormônios que as secretam.

a _____ estabelece os ciclos dia-noite

b _____ secreta insulina e regula a absorção de glicose e sua utilização

c _____ regula o equilíbrio mineral, o controle metabólico e a resistência ao estresse

d _____ regula as secreções do córtex da glândula suprarrenal, da glândula tireoide e dos órgãos genitais

e _____ regula a taxa metabólica e os níveis de cálcio nos fluidos corporais

f _____ dois pares de glândulas, que desempenham papel importante na resposta à diminuição dos níveis de cálcio nos fluidos corporais

2. Atividade de associação

Associe a seguinte lista de hormônios com os seus efeitos no organismo.

- Paratormônio (PTH)
- Cortisol
- Glucagon
- Calcitonina
- Aldosterona
- Insulina
- Hormônios da tireoide (T_3, T_4)
- Hormônio do crescimento (GH)
- Prolactina (PRL)
- Ocitocina (Oxt)
- Hormônio antidiurético (ADH)
- Calcitriol

a _____ estimula a produção de leite da glândula mamária

b _____ estimula o crescimento e a divisão celular

c _____ estimula maior oxigenação e consumo de energia

d _____ diminui a perda de água nos rins e causa vasoconstrição

e _____ aumenta os níveis de glicose no sangue

f _____ estimula as contrações musculares uterinas que promovem o trabalho de parto

g _____ aumenta a absorção de cálcio e fosfato pelo sistema digestório

h _____ reduz a inflamação

i _____ reduz os níveis de glicose no sangue

j _____ estimula o aumento nos níveis de cálcio no sangue

k _____ diminui os níveis de cálcio no sangue

l _____ estimula a reabsorção de sódio e água pelos rins

3. Atividade de associação

Associe os termos seguintes com a descrição mais adequada

- Íons iodeto
- Glicocorticoides
- Hipófise
- Ameaça à homeostase
- Ativação simpática
- Hiperglicemia
- FSH
- Diabete melito
- ACTH
- Osmorreceptores

a _____ detecta(m) alterações na concentração de solutos no sangue

b _____ secreta(m) hormônios trópicos

c _____ gonadotrofina

d _____ estimula o córtex da glândula suprarrenal a liberar hormônios esteroides

e _____ nível de glicose no sangue anormalmente alto

f _____ estresse

g _____ hiperglicemia, glicosúria e poliúria

h _____ fase de alarme da GAS

i _____ fase de resistência da GAS

j _____ essencial para a produção de hormônios da tireoide

4. Integração de seções

Os hormônios podem produzir efeitos diferentes, mas complementares, em tecidos e órgãos específicos. Descreva os efeitos diferentes que o calcitriol e o paratormônio (PTH) têm sobre os tecidos envolvidos no metabolismo do cálcio.

_____

_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Hormônios e comunicação intercelular

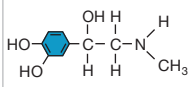
- sistema endócrino
- hormônios
- sistema nervoso
- neurotransmissores

10.1

Os hormônios podem ser derivados de aminoácidos, hormônios peptídicos ou derivados lipídicos

- derivados de aminoácidos
- hormônios peptídicos
- derivados lipídicos
- catecolaminas
- pró-hormônios
- polipeptídeos de cadeia curta
- pequenas proteínas
- eicosanoides
- prostaglandinas
- hormônios esteroides
- sistema endócrino
- hipotálamo
- glândula hipófise
- glândula tireoide
- glândulas suprarrenais (adrenais)
- pâncreas (ilhotas pancreáticas)
- glândula pineal
- glândulas paratireoides

Catecolaminas

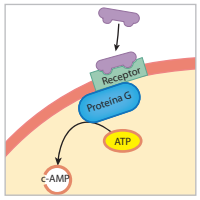


Epinefrina

10.2

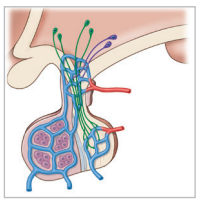
Existem dois mecanismos principais por meio dos quais os hormônios atuam nas células-alvo

- segundo mensageiro
- AMP-cíclico (c-AMP)
- hormônio não esteroide
- hormônio esteroide



10.3

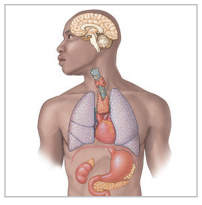
O hipotálamo exerce controle direto ou indireto sobre as atividades de muitos órgãos endócrinos



- hipotálamo
- hormônios reguladores
- hormônio liberador
- hormônio inibidor
- sistema porta hipofisário

SEÇÃO 2

Órgãos endócrinos

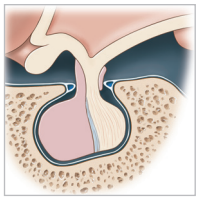


- glândula hipófise
- glândula tireoide
- glândulas suprarrenais (adrenais)
- glândula pineal
- glândulas paratireoides
- ilhotas pancreáticas

• = *Termos em negrito neste módulo.*

10.4

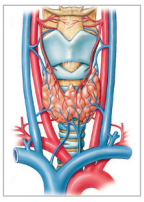
A glândula hipófise atua como uma glândula mestra



- hormônios trópicos
- hormônio antidiurético (ADH)
- vasopressina
- osmorreceptores
- ocitocina (Oxt)
- hormônio estimulante da tireoide (TSH)
- hormônio adrenocorticotrófico (ACTH)
- gonadotrofinas
- hormônio folículo-estimulante (FSH)
- estrogênios
- inibina
- hormônio luteinizante (LH)
- androgênios
- hormônio do crescimento (GH)
- efeito poupador de glicose
- prolactina (PRL)
- hormônio estimulante de melanócitos (MSH)

10.5

Os hormônios da glândula tireoide regulam o metabolismo ou os níveis de íons de cálcio



- glândula tireoide
- folículos tireoidianos
- coloide
- tireoglobulina
- Células C (claras)
- células parafoliculares
- calcitonina (CT)
- T_3 (tri-iodotironina) e T_4 (tiroxina)
- globulinas de ligação da tireoide (TBGs)

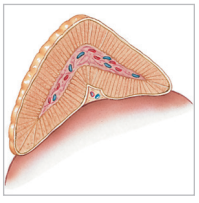
10.6

O paratormônio, produzido pelas glândulas paratireoides, é o principal regulador dos níveis de íons de cálcio nos fluidos corporais

- glândulas paratireoides
- células principais das paratireoides
- oxífilas
- paratormônio (PTH)
- calcitriol

10.7

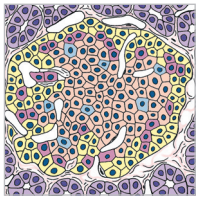
As glândulas suprarrenais produzem hormônios envolvidos na regulação metabólica



- glândula suprarrenal
- retroperitoneais
- córtex da glândula suprarrenal
- corticosteroides
- mineralocorticoides (MCs)
- aldosterona
- glicocorticoides (GCs)
- cortisol
- corticosterona
- cortisona
- efeito poupador de glicose
- efeito anti-inflamatório
- androgênios
- medula da glândula suprarrenal
- epinefrina (E)
- norepinefrina (NE)

10.8

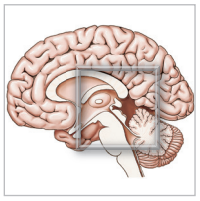
As ilhotas pancreáticas secretam insulina e glucagon, e regulam o uso de glicose pela maioria das células



- pâncreas
- pâncreas exócrino
- pâncreas endócrino
- ilhotas pancreáticas
- células alfa
- glucagon
- células beta
- insulina
- ácinos pancreáticos

10.9

A glândula pineal do epitálamo secreta melatonina



- glândula pineal
- melatonina
- radicais livres
- ritmos circadianos

10.10

O diabete melito é um distúrbio endócrino caracterizado por níveis excessivamente elevados de glicose no sangue

- diabete melito
- hiperglicemia
- glicosúria
- poliúria
- diabetes tipo 1 (dependente de insulina)
- diabetes tipo 2 (não dependente de insulina)
- cetoacidose diabética
- retinopatia diabética
- nefropatia diabética
- neuropatia diabética

10.11

A resposta ao estresse é uma resposta previsível a qualquer ameaça significativa à homeostase

- estresse
- resposta ao estresse
- síndrome geral de adaptação (GAS)
- fase de alarme
- fase de resistência
- fase de exaustão

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Instrutor de esportes

A PROFISSÃO

O instrutor de esportes é formado em Educação Física e especializado no treinamento de atletas, especialmente os profissionais. Cabe a ele aprimorar o rendimento do indivíduo ou da equipe, trabalho feito em conjunto com o de outros profissionais, como nutricionistas, médicos ortopedistas e fisioterapeutas.

Seja qual for a modalidade esportiva de sua preferência, você deve ao menos dominar os fundamentos técnicos, aliados aos conhecimentos abordados em sua formação acadêmica, sobretudo os de anatomia, fisiologia e biomecânica. Isso lhe permitirá coordenar as técnicas e os movimentos do esporte treinado, o que não só aprimora o rendimento, mas também evita acidentes e lesões, danosos a um profissional que tem o corpo como instrumento de trabalho.

É uma profissão dura e cansativa, em especial nas vésperas de grandes competições, nas quais você será a "sombra" do atleta, auxiliando-o não só fisicamente, mas também psicologicamente. É muito comum que ex-atletas se tornem instrutores, uma vez que já estão acostumados a esse tipo de rotina.

Saiba mais

Conselho Federal de Educação Física – www.confef.org.br

Conselho Regional de Educação Física – 4a Região – www.crefsp.org.br

Essa carreira é ideal para você? Acompanhar um atleta (ou equipe) de alto rendimento exige muito jogo de cintura. Dependendo da modalidade, há muita pressão externa sobre o trabalho: dirigentes, torcedores, além do próprio atleta, que deverá ter uma relação de confiança com seu treinador.

Formação Dependendo da universidade, a graduação em Educação Física pode durar entre quatro e cinco anos. No curso, são estudadas diversas disciplinas. Há as técnicas, como Biomecânica, Anatomia, Neuroanatomia e Cinesiologia, e as práticas, como Introdução aos Esportes, Dança e Comunicação Corporal, ou ainda as técnicas específicas a pacientes com deficiência.

A parte humanística do curso usualmente contempla tópicos de pedagogia, psicologia, recreação, lazer e gestão esportiva. O estágio é obrigatório e pode ser cumprido em estabelecimentos como escolas, clubes e academias. O trabalho de conclusão de curso deve tratar de temas ministrados na graduação.

Remuneração média O valor do piso salarial é negociado pelos sindicatos regionais e pode variar de acordo com a função exercida. As quantias vigentes na cidade de São Paulo em 2014 variavam entre R$ 1.766,60 (instrutor em clubes e academias) e R$ 2.125,20 (coordenador técnico). Instrutores de altíssimo nível, que treinam atletas olímpicos, por exemplo, podem ter remunerações que chegam à casa dos R$ 100.000,00 mensais. Entretanto, é necessário muito esforço para vislumbrar a possibilidade de um salário tão alto.

Perspectivas profissionais Seu progresso profissional muitas vezes acompanhará o progresso de quem você treinará. Não são raros os casos de atletas de grande prestígio que tiveram o mesmo técnico desde seus primeiros passos no esporte. Um exemplo é o tenista Gustavo Kuerten, que foi treinado dos 14 aos 29 anos pelo mesmo técnico, Larri Passos, período no qual venceu importantes torneios, como o de Roland Garros.

Também por isso, você obrigatoriamente deve ter uma relação mais próxima com o esporte com o qual pretende trabalhar – principalmente pelo fato de já tê-lo praticado –, mas não precisa ter sido um atleta profissional e/ou de sucesso: grandes técnicos de futebol, como o atual comandante da Seleção Brasileira, Luís Felipe Scolari, tiveram atuações bem tímidas quando atletas. Entre os jovens amadores, você poderá detectar quem tem talento para se tornar um atleta profissional.

Por isso, os locais de trabalho ideais para que você exerça a função de instrutor são academias especializadas (como as de artes marciais e as escolinhas de futebol) e grandes clubes, que mantêm departamentos dedicados a cada modalidade.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Fontes consultadas

A USP e as profissões. Disponível em: <www.prceu.usp.br/programas/uspprofi/pc_uspprofi.php>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Sindicato dos Profissionais de Educação Física de São Paulo e Região. Site: <www.sinpefesp.net/Portals/1/PDF/Convencoes/Sindiclube/p_claus_conv_colet_sinpefesp_sindeclube_20133_x.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Capítulo 10 – Questões de revisão

1. Um colega em sua aula de anatomia e fisiologia afirma que o hipotálamo é exclusivamente uma parte do SNC. Que (ou quais) argumento(s) você utilizaria para provar que o hipotálamo integra o sistema nervoso e o sistema endócrino?
2. Como o controle da medula da glândula suprarrenal difere do controle do córtex da glândula suprarrenal?
3. Quais são os dois benefícios de se ter um sistema porta que conecta o hipotálamo com o lobo anterior da glândula hipófise?
4. Julie está grávida, mas não está recebendo cuidados de pré-natal. Ela tem uma dieta pobre, consistindo principalmente em *fast food*. Ela não toma leite, preferindo as bebidas à base de cola. Como essa situação afetaria o nível do paratormônio de Julie?
5. a. Como um médico clínico, quais disfunções endócrinas você associaria aos seguintes sinais e sintomas nos pacientes A e B?

   Paciente A: (↑), produção de urina, (↑) nível de açúcar no sangue, desidratação, (↑) sede, (↑) acidose nos fluidos corporais

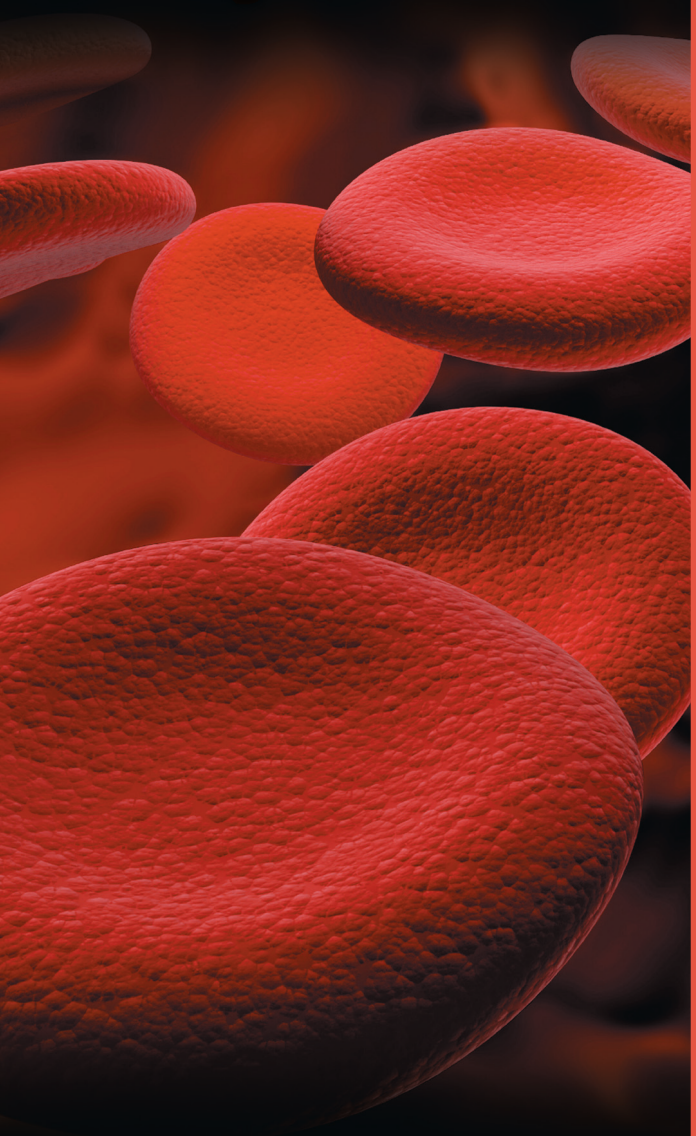
   Paciente B: edema subcutâneo, perda de cabelo, pele seca, baixa temperatura corporal, fraqueza muscular e diminuição dos reflexos.

   b. Quais glândulas estão associadas a cada doença?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

11

Sangue e vasos sanguíneos



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Sangue

11.1 Descrever os componentes importantes do sangue e suas principais propriedades.

11.2 Relacionar as características e as funções dos glóbulos vermelhos e descrever a estrutura e as funções da hemoglobina.

11.3 Explicar a base dos tipos sanguíneos ABO e o fator Rh, o significado da tipagem sanguínea e a importância dos testes de compatibilidade sanguínea.

11.4 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever a doença hemolítica do recém-nascido, explicar o significado clínico da reação cruzada entre os tipos sanguíneos fetal e materno e citar medidas preventivas.

11.5 Identificar os vários tipos de glóbulos brancos, categorizar os tipos como granular ou agranular e descrever as estruturas e as funções de cada tipo.

11.6 Explicar as origens e a diferenciação das células formadas, descrever as plaquetas e o papel da eritropoetina.

11.7 Explicar as três fases da resposta de coagulação, descrever a retração do coágulo e comparar um êmbolo com um trombo.

11.8 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar por que a punção venosa é útil e descrever vários tipos de doenças relacionadas ao sangue, dentro das categorias clínicas.

SEÇÃO 2 • Anatomia funcional dos vasos sanguíneos

11.9 Diferenciar os diversos tipos de vasos sanguíneos com base em sua estrutura e função.

11.10 **MÓDULO CLÍNICO** Definir arteriosclerose e aterosclerose, identificar os fatores de risco de cada uma e citar as opções de tratamento.

11.11 Descrever a estrutura de uma rede capilar e as funções dos capilares na troca de materiais dissolvidos entre o sangue e o fluido intersticial.

11.12 Descrever o sistema venoso e indicar a distribuição de sangue dentro do sistema cardiovascular.

11.13 Descrever o circuito pulmonar, citando as principais artérias e veias e as áreas que irrigam ou drenam.

11.14 Identificar as principais artérias e veias do circuito sistêmico e as áreas que irrigam ou drenam.

11.15 Identificar os ramos do arco aórtico e as tributárias da veia cava superior, e as áreas que cada um irriga ou drena.

11.16 Identificar os ramos das artérias carótidas e as tributárias das veias jugulares externas; citar as áreas que irrigam ou drenam.

11.17 Identificar os ramos das artérias carótidas e vertebrais internas e as tributárias das veias jugulares internas, e as áreas que irrigam ou drenam.

11.18 Identificar os ramos da parte descendente da aorta e as tributárias das veias cavas, e as áreas que irrigam ou drenam.

11.19 Identificar os ramos das artérias viscerais e as tributárias do sistema porta, e as áreas que irrigam ou drenam.

11.20 Identificar os ramos da artéria ilíaca comum e as tributárias da veia ilíaca comum, e as áreas que irrigam ou drenam.

Sangue

1 O **sistema cardiovascular** é formado por um fluido (o sangue), uma série de tubos condutores (os vasos sanguíneos) que distribuem o sangue ao longo do corpo e uma bomba (o coração) que mantém o fluido em movimento.

Componentes do sistema cardiovascular

O **SANGUE** distribui oxigênio, dióxido de carbono ou gás carbônico e células sanguíneas; fornece nutrientes e hormônios; transporta resíduos e auxilia na regulação da temperatura corpórea e na proteção contra doenças.

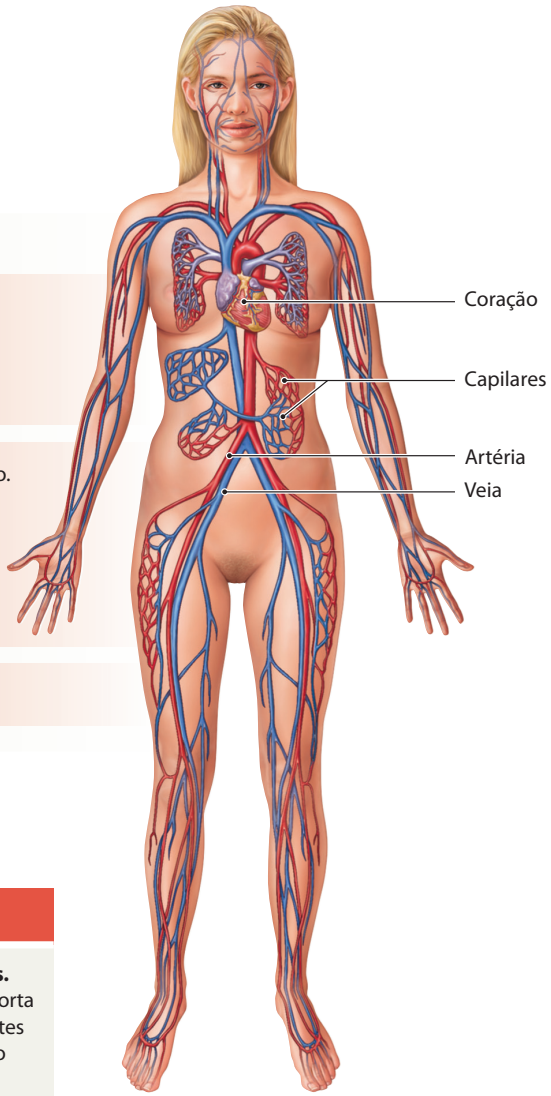
OS **VASOS SANGUÍNEOS** distribuem o sangue por todo o corpo.

Capilares: permitem a difusão entre o sangue e os fluidos intersticiais

Artérias: transportam o sangue do coração para os capilares

Veias: retornam o sangue dos capilares para o coração

O **CORAÇÃO** impulsiona o sangue e mantém a pressão arterial



Funções do sangue

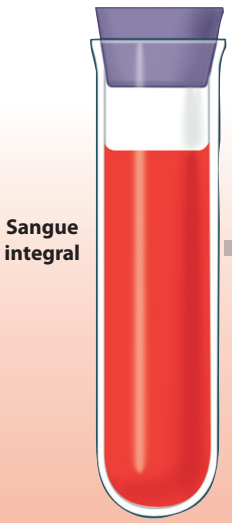
- **Transporta gases dissolvidos, nutrientes, hormônios e resíduos metabólicos.** O sangue transporta o oxigênio dos pulmões para os tecidos periféricos e transporta o dióxido de carbono dos tecidos para os pulmões. O sangue distribui os nutrientes absorvidos no tubo digestório ou liberados a partir do armazenamento no tecido adiposo ou no fígado. Também carrega hormônios das glândulas endócrinas em direção a suas células-alvo e absorve e transporta os resíduos produzidos pelas células aos rins para serem excretados.
- **Regula o pH e a composição de íons dos fluidos.** O sangue absorve e neutraliza os ácidos gerados pelo metabolismo dos tecidos ativos, como o ácido lático produzido pelo músculo esquelético. A difusão entre os fluidos intersticiais e o sangue elimina as deficiências ou os excessos de íons locais, como o cálcio ou o potássio.
- **Limita as perdas de fluido em locais lesionados.** O sangue contém enzimas e outras substâncias que respondem aos rompimentos nas paredes dos vasos, dando início ao processo de coagulação. Um coágulo de sangue age como um remendo temporário que impede a perda de sangue.
- **Protege contra toxinas e patógenos.** O sangue transporta os glóbulos brancos, células especializadas que migram para os tecidos periféricos para combater infecções ou remover detritos. O sangue também transporta anticorpos, proteínas que atacam especificamente os microrganismos invasores.
- **Estabiliza a temperatura do corpo.** O sangue absorve o calor gerado pelos músculos esqueléticos ativos e o redistribui a outros tecidos. Se a temperatura corporal já estiver elevada, o calor se perderá através da superfície da pele. Se a temperatura corporal estiver muito baixa, o sangue quente será dirigido ao cérebro e a outros órgãos mais sensíveis à temperatura.

2 Esta seção analisa a estrutura e a função do sangue, um fluido com funções múltiplas e propriedades notáveis. Em adultos, o sangue que circula abastece com nutrientes, oxigênio e citocinas cada uma das aproximadamente 75 trilhões de células, além de viabilizar uma maneira de transportar resíduos para os seus locais de descarte. O sangue também transporta células especializadas que protegem os tecidos periféricos de infecção e doença. Essas funções são tão essenciais que uma região do corpo que não recebe sangue morre em questão de minutos.

O sangue é um tecido conjuntivo fluido que contém plasma e elementos figurados

O sangue é um tecido conjuntivo fluido com uma composição única e consiste em **plasma** (matriz líquida) e **elementos figurados** (células e fragmentos celulares). O sistema cardiovascular de um adulto masculino contém 5 a 6 litros de sangue; o feminino contém 4 a 5 litros. A diferença no volume de sangue entre os sexos reflete, principalmente, na média do tamanho do corpo. Depois que o sangue é retirado para análise ou armazenamento, o termo **sangue integral** é usado para indicar que a composição do sangue não foi alterada. Os componentes do sangue integral podem, contudo, ser separados, ou **fracionados**, se apenas um componente é de interesse.

1 O plasma constitui cerca de 55% do volume do sangue integral. Em muitos aspectos, a composição do plasma assemelha-se à do fluido intersticial. Essa similaridade existe porque a água, os íons e os pequenos solutos são continuamente trocados entre o plasma e os fluidos intersticiais através das paredes dos capilares.



Sangue integral

Plasma

55%
Variação:
46% a 63%

Elementos figurados

45%
Variação:
37% a 54%

COMPOSIÇÃO DO PLASMA	
Proteínas do plasma	7%
Outros solutos	1%
Água	92%
Transporta moléculas orgânicas e inorgânicas, elementos figurados e calor	

O **hematócrito** é o percentual do volume de sangue integral representado pelos elementos figurados, 99,9% dos quais são glóbulos vermelhos. Em homens adultos, o hematócrito normal, ou **hematócrito (PCV)**, é, na média, de 47% (varia de 40% a 54%); a média nas mulheres adultas é de 42% (varia entre 37% e 47%). A diferença de hematócrito entre os sexos reflete, principalmente, no fato de que os androgênios (hormônios masculinos) estimulam a produção dos glóbulos vermelhos, enquanto os estrogênios (hormônios femininos) não estimulam.

ELEMENTOS FIGURADOS	
Plaquetas	< 0,1%
Glóbulos brancos	< 0,1%
Glóbulos vermelhos	99,9%

Propriedades do sangue integral

- A temperatura do sangue é de aproximadamente 38 °C, ligeiramente acima da temperatura normal do corpo.
- O sangue é cinco vezes mais viscoso que a água, ou seja, cinco vezes mais espesso. A alta viscosidade do sangue deve-se às interações entre as proteínas dissolvidas, os elementos figurados e as moléculas de água no plasma.
- O sangue é levemente alcalino, com um pH médio de 7,4 (variação: 7,35 a 7,45).

2 Os elementos figurados são células sanguíneas e fragmentos celulares suspensos no plasma, e eles representam cerca de 45% do volume do sangue integral.

Proteínas plasmáticas

As proteínas plasmáticas estão em solução, em vez de formar fibras insolúveis, como as dos outros tecidos conjuntivos, por exemplo, as do tecido conjuntivo frouxo ou da cartilagem.
Em média, cada 100 ml de plasma contém 7,6 g de proteína, quase cinco vezes a concentração do fluido intersticial.
O grande tamanho e a forma globular da maioria das proteínas do sangue geralmente as impedem de sair da corrente sanguínea.
O fígado sintetiza e libera mais de 90% de todas as proteínas do plasma.

As **albuminas** compõem cerca de 60% das proteínas plasmáticas. Como a maioria das proteínas plasmáticas abundantes, esses solutos são os que mais contribuem para a pressão osmótica do plasma.

As **globulinas** respondem por cerca de 35% das proteínas no plasma. As globulinas plasmáticas importantes incluem globulinas de transporte e anticorpos. Os anticorpos, também chamados de **imunoglobulinas**, atacam as proteínas estranhas e os patógenos. As **globulinas de transporte** ligam-se a pequenos íons, hormônios, lipídios e outros compostos.

O **fibrinogênio** atua nos coágulos e, em geral, responde por aproximadamente 4% das proteínas plasmáticas. Em algumas condições, as moléculas de fibrinogênio interagem para formar grandes cadeias insolúveis de **fibrina**, que formam a estrutura básica de um coágulo de sangue.

O plasma também contém enzimas ativas e inativas e hormônios, em diferentes concentrações.

Outros solutos

Outros solutos estão geralmente presentes no plasma em concentrações semelhantes às concentrações nos fluidos intersticiais. No entanto, pode haver diferenças nas concentrações de nutrientes e produtos residuais entre o sangue arterial e o sangue venoso.

Eletrólitos: uma composição iônica extracelular normal é essencial para as atividades celulares vitais. Os principais eletrólitos do plasma são Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^-, HPO_4^- e SO_4^{2-}.

Nutrientes orgânicos: os nutrientes orgânicos são utilizados para a produção de ATP, para o crescimento e para a manutenção celular. Esta categoria inclui lipídios (ácidos graxos, colesterol e glicerídeos), carboidratos (principalmente glicose) e aminoácidos.

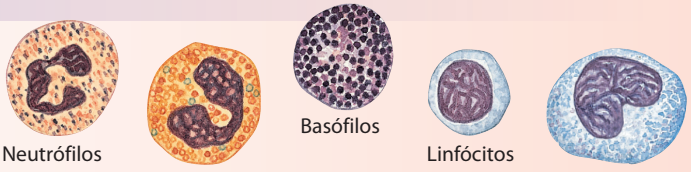
Resíduos orgânicos: os resíduos orgânicos são transportados para locais de decomposição ou excreção. Exemplos de resíduos orgânicos incluem ureia, ácido úrico, creatinina, bilirrubina e íons de amônia.

Plaquetas

As **plaquetas** são pequenos fragmentos celulares recobertos por membrana que contém enzimas e outras substâncias importantes para o processo de coagulação.

Glóbulos brancos

Os **glóbulos brancos**, ou leucócitos (*leukos*, branco + *-cyte*, célula), participam no mecanismo de defesa do corpo. Existem cinco classes de leucócitos, cada uma com funções ligeiramente diferentes, e que serão exploradas mais adiante neste capítulo.



Glóbulos vermelhos

Os **glóbulos vermelhos**, ou eritrócitos (*erythros*, vermelho + *-cyte*, célula), são as células mais abundantes do sangue.
Essas células especializadas são essenciais para o transporte de oxigênio no sangue.

Revisão do Módulo 11.1

a. Defina hematócrito.

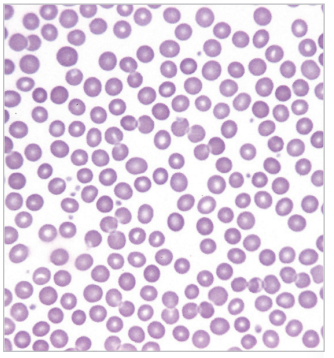
b. Identifique os dois componentes que formam o sangue integral e liste a composição de cada um deles.

c. Quais componentes do sangue aumentariam durante uma infecção?

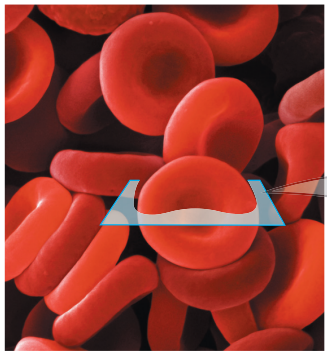
11.2

Os glóbulos vermelhos, elementos figurados mais comuns, contêm hemoglobina

1 O corpo humano contém uma grande quantidade de glóbulos vermelhos. Um teste de glóbulos vermelhos padrão – a **contagem dos glóbulos vermelhos** – relata o número de glóbulos vermelhos por microlitro (μl) de sangue integral. Em uma pessoa do sexo masculino adulta, 1 μl, ou 1 milímetro cúbico (mm^3), de sangue integral contém 4,5 a 6,3 milhões de glóbulos vermelhos; já em um adulto do sexo feminino, 1 μl contém 4,2 a 5,5 milhões. Uma única gota de sangue integral tem cerca de 260 milhões de glóbulos vermelhos e o sangue de um adulto médio tem 25 trilhões de glóbulos vermelhos. Com isso, os glóbulos vermelhos compõem aproximadamente um terço de todas as células do corpo humano.

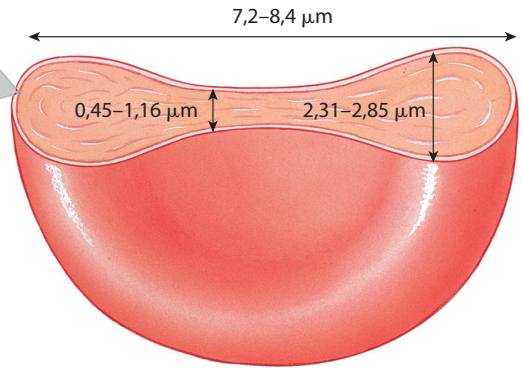


Esfregaço de sangue corado MO × 450



Glóbulos vermelhos MEV Colorizada × 2.100

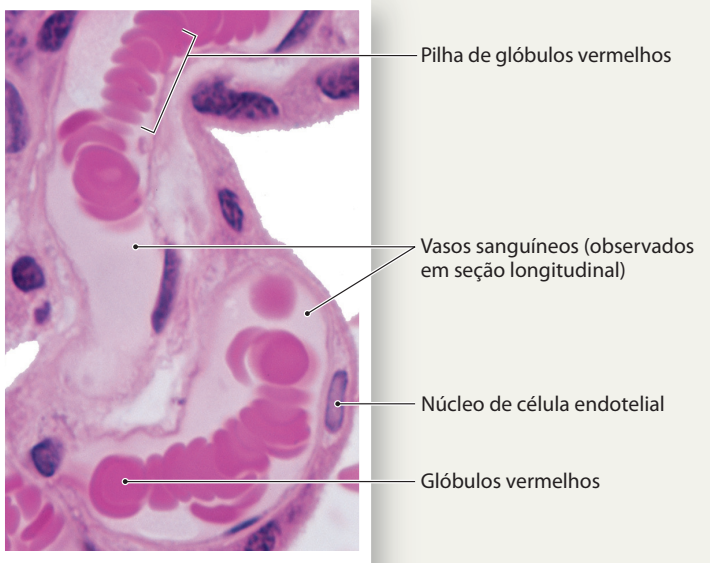
2 Cada glóbulo vermelho é um disco bicôncavo com uma região central delgada e margem externa mais espessa.



3 A forma incomum do glóbulo vermelho é importante pelos três motivos apresentados no quadro abaixo.

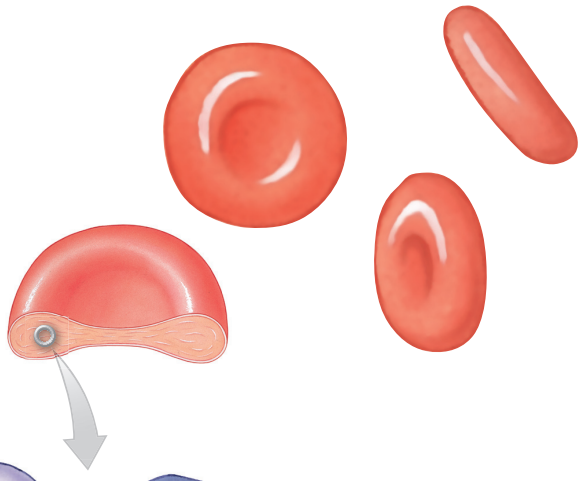
Aspectos funcionais dos glóbulos vermelhos

- **Grande área de superfície em relação ao volume.** Cada glóbulo vermelho transporta oxigênio ligado à hemoglobina, uma proteína intracelular, e esse oxigênio tem de ser absorvido ou liberado rapidamente enquanto o glóbulo vermelho atravessa os capilares. Quanto maior a área da superfície por unidade de volume, mais rápida será a troca de oxigênio entre o interior dos glóbulos vermelhos e o plasma circundante.
- **Os glóbulos vermelhos podem formar pilhas.** Como um prato, os glóbulos vermelhos podem formar pilhas que facilitam o fluxo de sangue através de vasos de calibre pequeno. Uma pilha inteira pode passar ao longo de um vaso sanguíneo que seja ligeiramente maior do que o diâmetro de um único glóbulo vermelho, enquanto as células individuais iriam colidir com as paredes, se chocar, criando barreiras que poderiam restringir ou impedir o fluxo de sangue.
- **Flexibilidade.** Os glóbulos vermelhos são muito flexíveis e podem dobrar-se e flexionar-se quando entram em capilares e vasos pequenos. Ao mudar de forma, um glóbulo vermelho pode se espremer através de capilares tão estreitos quanto 4 μm de diâmetro.

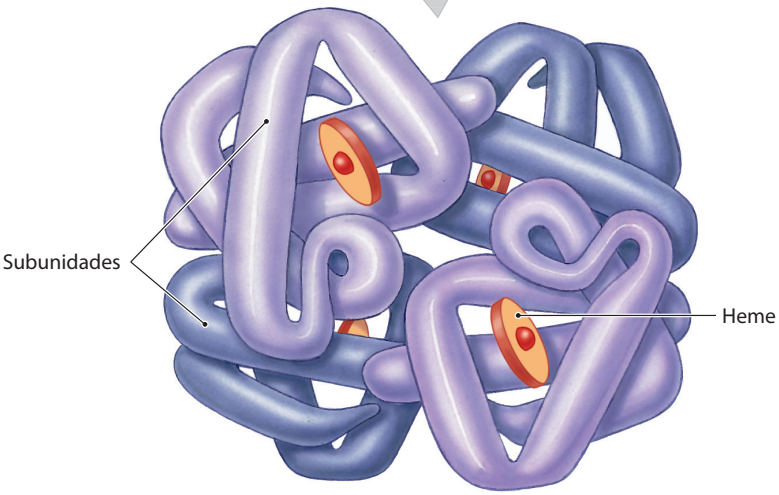


Corte longitudinal de capilares LM × 1.430

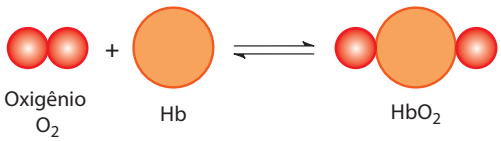
4 O glóbulo vermelho é muito diferente da "célula típica", que discutimos no Capítulo 3. À medida que nossos glóbulos vermelhos se desenvolvem, eles perdem a maioria de suas organelas, incluindo os núcleos, mantendo apenas o citoesqueleto. Como os glóbulos vermelhos não possuem núcleos e ribossomos, não podem se dividir ou sintetizar proteínas estruturais ou enzimas. Como resultado, não conseguem se regenerar e, por isso, seu ciclo de vida é normalmente inferior a 120 dias. Na realidade, um glóbulo vermelho em desenvolvimento perde qualquer organela não diretamente associada ao transporte dos gases respiratórios. Essa função é realizada por moléculas de **hemoglobina (Hb)**, que representam mais de 95% das proteínas intracelulares de um glóbulo vermelho. O teor de hemoglobina do sangue integral é expresso em gramas de Hb por decilitro (100 ml) de sangue total (g/dl). Os valores normais vão de 14 a 18g/dl nos homens e de 12 a 16 g/dl nas mulheres.



5 A hemoglobina tem uma estrutura complexa, com quatro subunidades de globina. Cada uma dessas subunidades contém uma única molécula **heme**, um complexo não proteico pigmentar.



6 Cada unidade de heme liga-se a um íon ferro de tal maneira que o ferro pode interagir com uma molécula de oxigênio, formando **oxiemoglobina**, **HbO_2**. O sangue que contém glóbulos vermelhos repletos de oxiemoglobina é de um vermelho brilhante. Uma molécula de hemoglobina cujo ferro não está vinculado ao oxigênio é denominada **desoxiemoglobina**. O sangue que contém glóbulos vermelhos preenchidos com desoxiemoglobina tem a cor vermelho-escuro – quase cor vinho. Cerca de 98,5% do oxigênio transportado pelo sangue viaja através da corrente sanguínea ligado às moléculas de Hb dentro de glóbulos vermelhos; o resto está dissolvido no plasma.



Os glóbulos vermelhos são produzidos e reciclados continuamente. Cerca de 1% dos glóbulos vermelhos circulantes são substituídos por dia e, no processo, aproximadamente 3 milhões de novos glóbulos vermelhos entram na corrente sanguínea a cada segundo! Essa taxa de substituição rápida é necessária porque um glóbulo vermelho típico tem tempo de vida relativamente curto. Depois que ele viaja cerca de 700 quilômetros em 120 dias, sua membrana plasmática rompe ou ele é fagocitado por macrófagos no fígado, no baço ou na medula óssea vermelha. A eliminação contínua dos glóbulos vermelhos geralmente passa despercebida, desde que os novos entrem na corrente sanguínea a uma taxa comparável à da eliminação.

Revisão do Módulo 11.2

a. Por que é importante para os glóbulos vermelhos ter uma área de superfície grande em comparação com seu volume?

b. Descreva a hemoglobina.

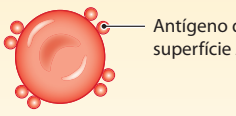
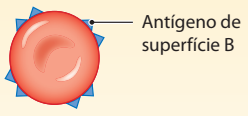
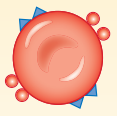
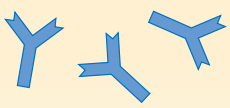
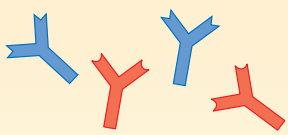
c. Compare a oxiemoglobina com a desoxiemoglobina.

11.3

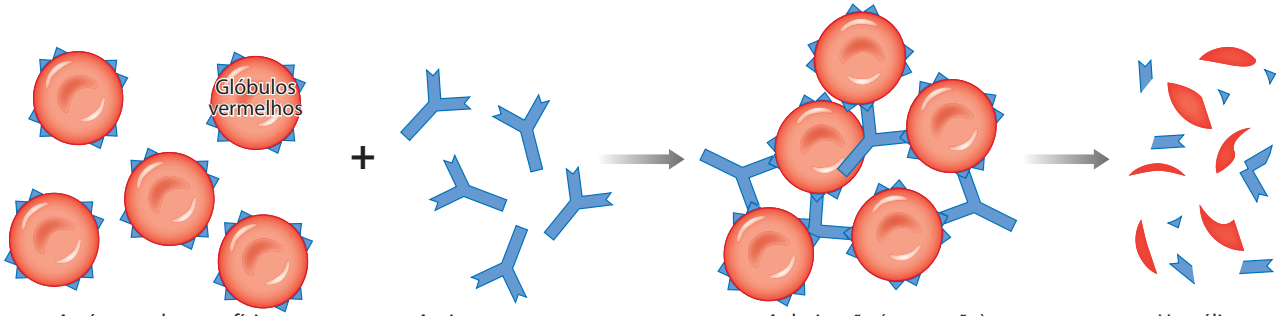
O tipo sanguíneo é determinado pela presença ou ausência de antígenos de superfície específicos nos glóbulos vermelhos

Os **antígenos** são substâncias que podem desencadear um mecanismo de proteção chamado **resposta imune**. A maioria dos antígenos são proteínas, embora alguns outros tipos de moléculas orgânicas também sejam antígenos. As membranas plasmáticas das células contêm **antígenos de superfície**, substâncias que seu sistema imunológico reconhece como "normal" ou "própria". Em outras palavras, seu sistema imunológico ignora essas substâncias, em vez de atacá-las como "estranhas" ou "não próprias".

1 Seu **tipo sanguíneo** é uma classificação determinada por antígenos específicos da superfície das membranas plasmáticas dos glóbulos vermelhos. Esses antígenos de superfície são determinados geneticamente. Seu sistema imunológico ignora os antígenos de superfície de seus próprios glóbulos vermelhos. No entanto, seu plasma pode conter **anticorpos** que atacarão os antígenos nos glóbulos vermelhos "estranhos". Embora os glóbulos vermelhos tenham, pelo menos, cinquenta tipos de antígenos de superfície, três desses antígenos têm importância especial: A, B, e Rh (ou D). Existem quatro tipos sanguíneos, baseados na presença ou na ausência dos antígenos de superfície A e B.

Tipo A	Tipo B	Tipo AB	Tipo O
O **tipo sanguíneo A** tem glóbulos vermelhos apenas com antígenos de superfície A. 	O **tipo sanguíneo B** tem glóbulos vermelhos apenas com antígenos de superfície B. 	O **tipo sanguíneo AB** tem glóbulos vermelhos com antígenos de superfície A e B. 	O **tipo sanguíneo O** tem glóbulos vermelhos com ausência de antígenos de superfície A e B. Em uma emergência, o tipo sanguíneo O pode ser administrado com pouco receio de uma reação cruzada. Os indivíduos tipo O são muitas vezes chamados de **doadores universais**.
 Se você tem sangue tipo A, seu plasma contém anticorpos anti-B, que atacarão os antígenos de superfície do tipo B.	Se você tem sangue tipo B, seu plasma contém anticorpos anti-A, que atacarão os antígenos de superfície do tipo A.	Se você tem sangue tipo AB, seu plasma não tem nem os anticorpos anti-A nem anti-B. Uma pessoa com tipo sanguíneo AB pode receber sangue de qualquer tipo; tais indivíduos são frequentemente chamados de **receptores universais**.	 Se você tem sangue tipo O, seu plasma contém tanto anticorpos anti-A como anti-B.

2 Se os antígenos de superfície dos glóbulos vermelhos de um tipo sanguíneo estão expostos aos anticorpos correspondentes de outro tipo sanguíneo, os glóbulos vermelhos vão se **aglutinar** ou se agregar. Esse processo é chamado de **aglutinação**. As células podem também sofrer **hemólise** (ruptura dos glóbulos vermelhos). Essa **reação cruzada** é muito perigosa, porque pedaços e fragmentos de hemácias podem grudar em pequenos vasos sanguíneos em rins, pulmões, coração ou cérebro, danificando ou destruindo os tecidos afetados. Podem ocorrer reações cruzadas acidentais se uma pessoa que está sendo tratada por perda de sangue grave receber acidentalmente uma transfusão de sangue do tipo errado.

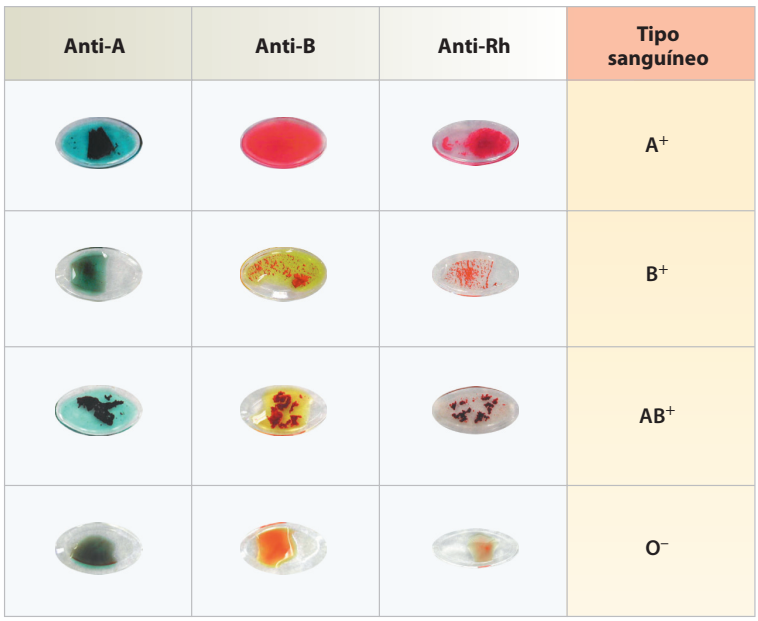


3 Como indicado na tabela ao lado, os vários tipos de sangue não estão uniformemente distribuídos na população. O termo **Rh positivo (Rh$^+$)** indica a presença do **antígeno de superfície Rh**. A ausência desse antígeno está indicada como **Rh negativo (Rh$^-$)**. Quando o tipo completo de sangue é definido, o "Rh" é geralmente omitido e o tipo sanguíneo é relatado como O negativo (O$^-$), A positivo (A$^+$), e assim por diante.

Diferenças na distribuição do tipo sanguíneo

População	Percentual de cada tipo sanguíneo				
	O	A	B	AB	Rh$^+$
EUA (média)	46	40	10	4	85
Afro-americano	49	27	20	4	95
Caucasiano	45	40	11	4	85
Descendente de chineses	42	27	25	6	100
Descendente de filipinos	44	22	29	6	100
Havaiano	46	46	5	3	100
Descendente de japoneses	31	39	21	10	100
Descendente de coreanos	32	28	30	10	100
Norte-americano nativo	79	16	4	<1	100
Sul-americano nativo	100	0	0	0	100
Aborígenes australianos	44	56	0	0	100

4 Estão demonstrados aqui os resultados dos testes de tipagem sanguínea em amostras de sangue de quatro indivíduos. As gotas de sangue são misturadas com as soluções contendo os anticorpos para os antígenos de superfície A, B, e Rh. A aglutinação ocorre quando a amostra contém o antígeno de superfície ou antígenos correspondentes. O tipo de sangue para cada indivíduo é mostrado à direita. Em virtude de as reações cruzadas, ou **reações à transfusão**, serem tão perigosas, é preciso ter cuidado para assegurar que os tipos de sangue de um doador e do receptor sejam **compatíveis** – isto é, que as células do sangue do doador e o plasma do receptor não sofrerão reação cruzada.



A presença de anticorpos anti-A e/ou anti-B é geneticamente determinada e mantém-se constante ao longo da vida, independentemente de o indivíduo já ter sido exposto a glóbulos vermelhos estranhos. Em contraste, o plasma de um indivíduo Rh negativo não necessariamente contém anticorpos anti-Rh. Esses anticorpos estão presentes apenas se o indivíduo foi sensibilizado por exposição anterior aos glóbulos vermelhos Rh positivos.

Revisão do Módulo 11.3

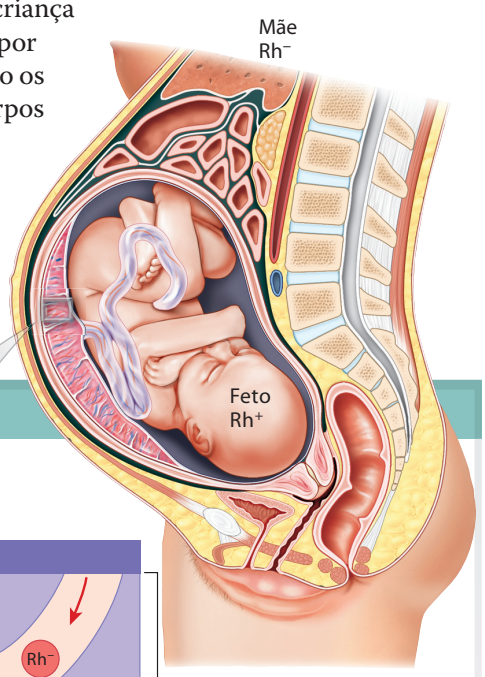
a. Qual é a função dos antígenos de superfície nos glóbulos vermelhos?

b. Qual(is) tipo(s) sanguíneo(s) pode(m) ser transfundido(s), com segurança, em uma pessoa com sangue tipo O?

c. Por que uma pessoa com sangue tipo A não pode, com segurança, receber o sangue de uma pessoa do tipo B?

A doença hemolítica do recém-nascido é um distúrbio relacionado aos glóbulos vermelhos, causada por reação cruzada entre os tipos de sangue fetal e materno

Os genes que controlam a presença ou a ausência de qualquer antígeno na membrana plasmática de um glóbulo vermelho são fornecidos pelos genitores. Uma criança pode herdar uma combinação de genes diferente de ambos os genitores e por isso ter um tipo sanguíneo diferente de ambos. Durante a gravidez, quando os sistemas vasculares do feto e da mãe estão intimamente ligados, os anticorpos da mãe podem atravessar a placenta, atacando e destruindo os glóbulos vermelhos fetais. A condição resultante, chamada de **doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)**, apresenta-se de muitas formas, algumas tão brandas que passam despercebidas. Aquelas que envolvem o antígeno de superfície RH são bastante perigosas, porque, ao contrário dos anticorpos anti-A e anti-B, os anticorpos Rh são capazes de atravessar a placenta e entrar na corrente sanguínea do feto.



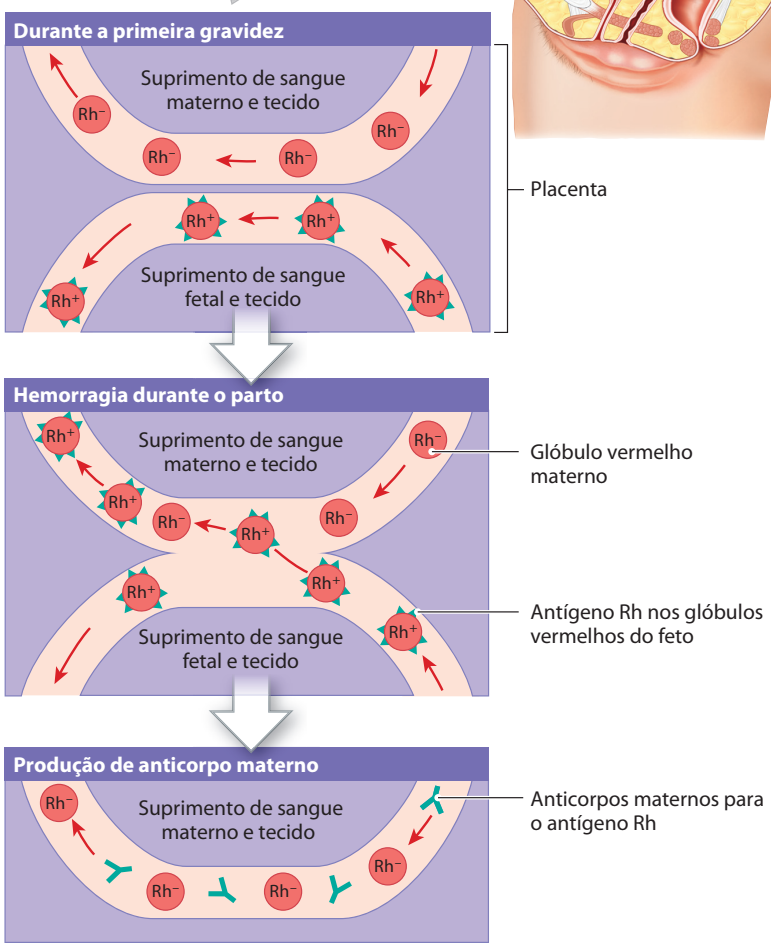
Primeira gravidez de uma mãe Rh⁻ com um feto Rh⁺

A forma mais comum de doença hemolítica do recém-nascido se desenvolve quando uma mulher Rh⁻ gera um feto Rh⁺.

1 Os problemas raramente se desenvolvem durante uma primeira gravidez, porque poucas células fetais entram na corrente sanguínea da mãe e, dessa forma, o sistema imunológico da mãe não é estimulado a produzir anticorpos anti-Rh.

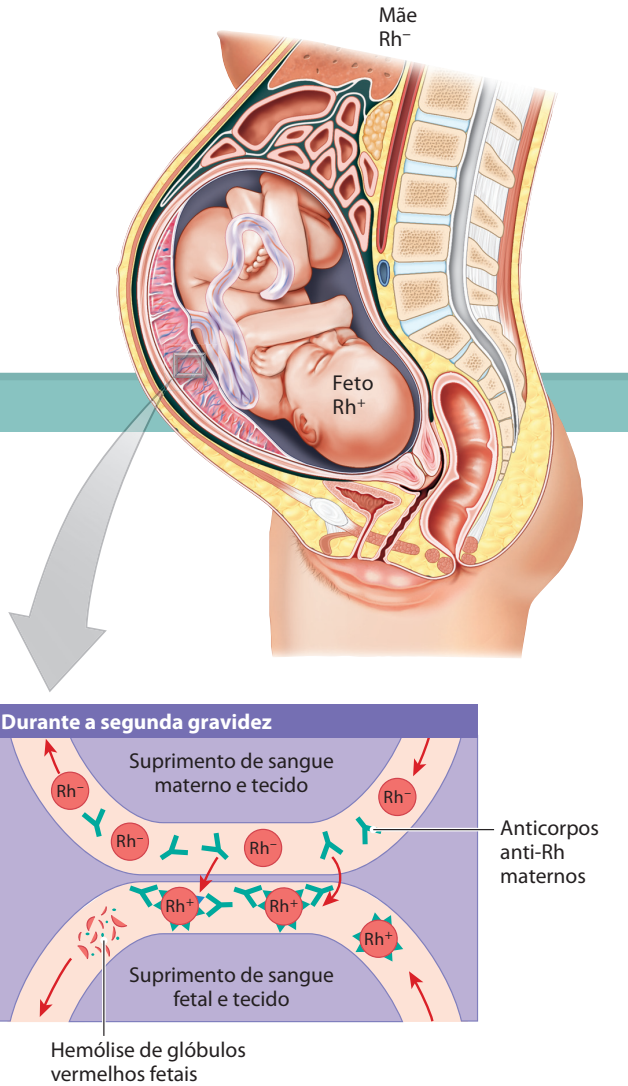
2 A exposição aos antígenos dos glóbulos vermelhos do feto geralmente ocorre durante o parto, quando há hemorragia na placenta e no útero. Essa mistura de sangue fetal e materna pode estimular o sistema imunológico da mãe a produzir anticorpos anti-Rh. Isso ocasiona **sensibilização**, reação na qual anticorpos específicos se desenvolvem em resposta a um antígeno.

3 Aproximadamente 20% das mães Rh⁻ que geram filhos Rh⁺ ficam mais sensibilizadas durante os seis meses após o parto. Como os anticorpos anti-Rh não são produzidos em quantidades significativas após o parto, o primeiro bebê não é afetado.



Segunda gravidez de uma mãe Rh⁻ com um feto Rh⁺

4 Se uma futura gravidez envolve um feto Rh⁺, os anticorpos anti-Rh maternos, produzidos após a primeira gravidez, atravessam a placenta e entram na corrente sanguínea do feto. Esses anticorpos destroem os glóbulos vermelhos do feto, produzindo uma anemia perigosa (deficiência de glóbulos vermelhos). A demanda do feto por glóbulos vermelhos aumenta, e eles começam a deixar a medula óssea vermelha e a entrar na corrente sanguínea antes de completar o seu desenvolvimento. Como esses glóbulos vermelhos imaturos são eritroblastos, a DHRN também é conhecida como **eritroblastose fetal**. Sem tratamento, o feto provavelmente morrerá antes do parto ou a criança terá óbito logo em seguida ao nascimento. Considerando-se que os anticorpos maternos permanecem ativos no recém-nascido por um a dois meses após o parto, todo o volume de sangue do recém-nascido pode exigir substituição para remover os anticorpos anti-Rh maternos, assim como os glóbulos vermelhos danificados. Felizmente, a produção de anticorpos anti-Rh da mãe pode ser tratada, se anticorpos anti-Rh (disponíveis sob o nome de RhoGAM) forem administrados na mãe nas semanas 26 a 28 da gestação e durante e após o parto. Esses anticorpos destroem qualquer glóbulo vermelho que cruzar a placenta, antes que eles possam estimular uma resposta imunológica materna. Como a sensibilização materna não ocorre, anticorpos anti-Rh não são produzidos. Nos Estados Unidos, esse procedimento relativamente simples tem quase eliminado totalmente a mortalidade por DHRN, causada por incompatibilidades de Rh.



Revisão do Módulo 11.4

a. Defina a doença hemolítica do recém-nascido (DHRN).

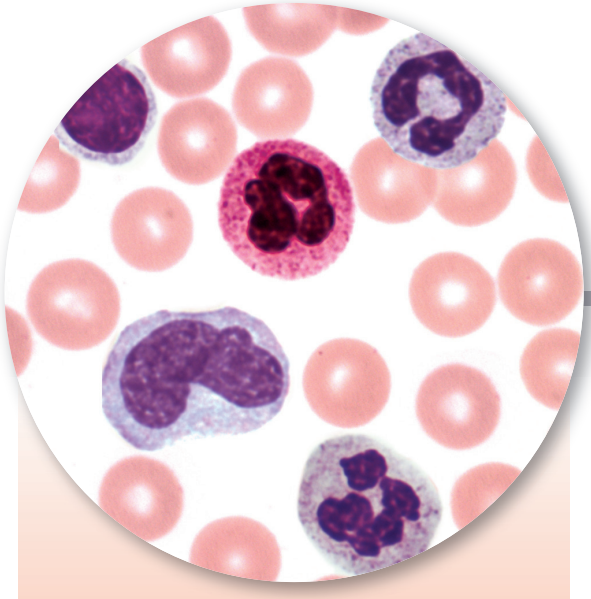
b. Por que os anticorpos anti-Rh RhoGAM são administrados a mães Rh⁻?

c. Uma mãe Rh⁺ que carrega um feto Rh⁻ necessita de uma injeção de RhoGAM? Justifique sua resposta.

11.5

Os glóbulos brancos defendem o organismo contra patógenos, toxinas, detritos celulares e células danificadas ou anormais

Os **glóbulos brancos**, ou leucócitos, compartilham as propriedades descritas a seguir.



Propriedades compartilhadas pelos glóbulos brancos

- Os glóbulos brancos circulam apenas por curto período do seu ciclo de vida, utilizando principalmente a corrente sanguínea para viajar entre os órgãos e atingir rapidamente áreas de lesão ou infecção. Os glóbulos brancos passam a maior parte de seu tempo migrando pelos tecidos conjuntivos frouxos e densos de todo o corpo.
- Todos os glóbulos brancos podem migrar para fora da corrente sanguínea. Quando os glóbulos brancos circulantes na corrente sanguínea se tornam ativos, eles contatam e aderem às paredes dos vasos e se comprimem entre as células endoteliais adjacentes para entrar no tecido circundante. Esse processo é chamado de **diapedese** (*dia*, através; *pedesis*, salto).
- Todos os leucócitos são atraídos por estímulos químicos específicos. Essa característica, denominada **quimiotaxia positiva**, conduz os glóbulos brancos em direção aos patógenos invasores, aos tecidos danificados e a outros glóbulos brancos ativos.
- Os neutrófilos, os eosinófilos e os monócitos são capazes de fagocitose. Esses fagócitos podem englobar patógenos, restos celulares ou outros materiais. Os macrófagos são os monócitos que deixaram a corrente sanguínea e se tornaram fagócitos ativos.

1 Os **leucócitos granulares** têm grânulos citoplasmáticos abundantes que são evidenciados pelos corantes histológicos, como as colorações de Wright ou Giemsa.

LEUCÓCITOS GRANULARES

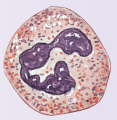
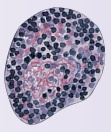
- Neutrófilos
- Eosinófilos
- Basófilos

LEUCÓCITOS AGRANULARES

- Monócitos
- Linfócitos

2 Os **leucócitos agranulares** têm poucos, se algum, grânulos citoplasmáticos que se coram histologicamente.

Glóbulos brancos

Tipo de célula	Quantidade média por µl	Aparência em esfregaço de sangue corado	Funções
Neutrófilos 	4.150 (variam de 1.800 a 7.300) Contagem diferencial: 50%-70%	Células esféricas; núcleo lobulado, pode se assemelhar a um colar de contas; o citoplasma contém grânulos pequenos e pálidos	Fagocitária: englobam patógenos ou detritos em tecidos injuriados ou infectados; liberam enzimas citotóxicas e outras substâncias
Eosinófilos	165 (variam de 0 a 700) Contagem diferencial: 2%-4%	Células esféricas; núcleo geralmente tem dois lobos; citoplasma com grânulos grandes que geralmente se apresentam corados de um vermelho brilhante	Fagocitária: englobam o complexo antígeno--anticorpo; liberam enzimas citotóxicas; reduzem a inflamação, aumentam em número nas reações alérgicas e infecções parasitárias
Basófilos 	44 (variam de 0 a 150) Contagem diferencial: < 1%	Células esféricas; o núcleo geralmente não pode ser visto sob os grânulos densos corados de azul no citoplasma	Penetram nos tecidos danificados e liberam histamina e outras substâncias químicas que promovem a inflamação
Monócitos	456 (variam entre 200 e 950) Contagem diferencial: 2%-8%	Células muito grandes, o núcleo é rineforme ou em formato de ferradura; citoplasma abundante	Fagocitária: penetram nos tecidos e tornam-se macrófagos; englobam patógenos ou detritos
Linfócitos	2.185 (variam entre 1.500 e 4.000) Contagem diferencial: 20%-40%	Células geralmente esféricas, ligeiramente maiores do que o glóbulo vermelho; núcleo esférico; pouco citoplasma	Células do sistema linfático; fornecem proteção contra patógenos específicos ou toxinas

Em média, há 7.000 leucócitos por µl (variação: de 5.000 a 10.000). Uma variedade de condições, incluindo infecções patogênicas, inflamação e reações alérgicas, causa alterações características nas populações de glóbulos brancos em circulação. Ao examinar um esfregaço corado de sangue, podemos obter uma **contagem diferencial** da população de glóbulos brancos. Os valores relatados indicam o número de cada tipo de célula em uma amostra de 100 glóbulos brancos.

Revisão do Módulo 11.5

a. Identifique os cinco tipos de glóbulos brancos.

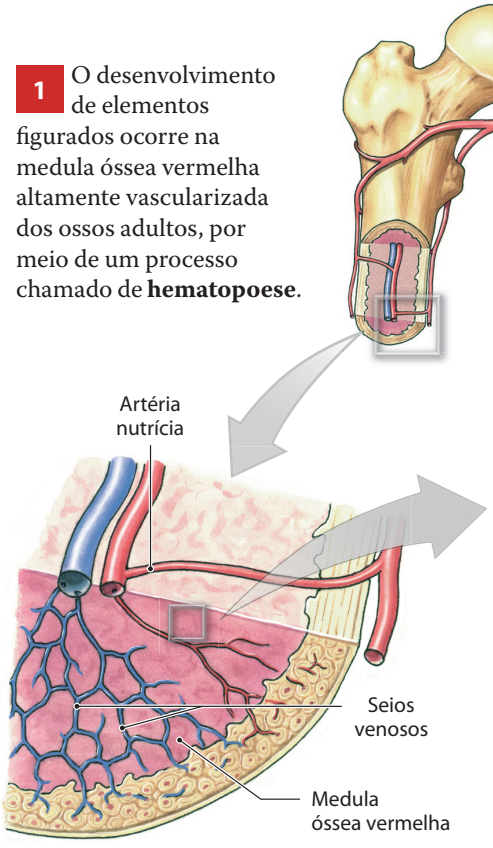
b. Quais tipos de glóbulos brancos você encontraria em maior número em uma ferida infectada?

c. Como os basófilos respondem durante a inflamação?

11.6

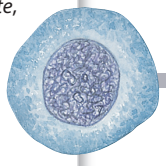
Os elementos figurados são produzidos por células-tronco derivadas de hemocitoblastos

1 O desenvolvimento de elementos figurados ocorre na medula óssea vermelha altamente vascularizada dos ossos adultos, por meio de um processo chamado de **hematopoese**.



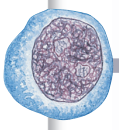
Hemocitoblastos

Os **hemocitoblastos** (*hemo-*, sangue + *cyte*, celular + *blastos*, precursor), ou células-tronco multipotentes, são encontrados na medula óssea vermelha dos adultos. Suas divisões dão origem a dois tipos de células-tronco que produzem todos os elementos figurados.



Células-tronco linfoides

As **células-tronco linfoides**, que são responsáveis pela produção de linfócitos, originam-se na medula óssea vermelha. Algumas permanecem lá, enquanto outras migram da medula óssea para outros **tecidos linfoides**, incluindo o timo, o baço e os linfonodos. Como resultado, os linfócitos são produzidos nesses órgãos, bem como na medula óssea vermelha.



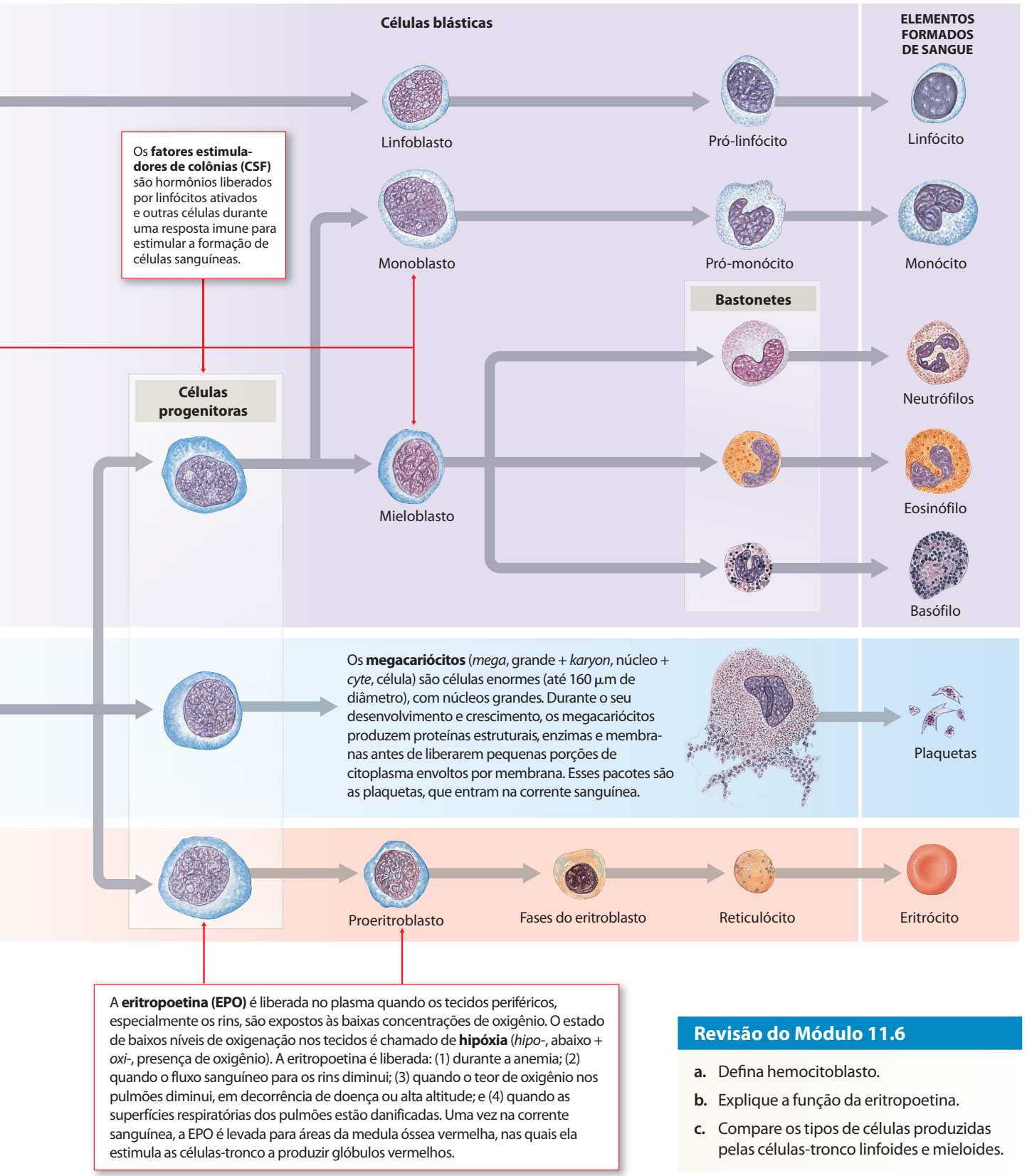
Células-tronco mieloides

As **células-tronco mieloides** são as células-tronco da medula óssea vermelha que se dividem para dar origem a todos os tipos de elementos figurados, com exceção dos linfócitos.

2 O termo "elementos figurados" é apropriado porque as plaquetas são fragmentos celulares, em vez de células especializadas. Esta tabela resume informações importantes sobre as plaquetas.

Estrutura e função das plaquetas

Aparência em esfregaço corado de sangue	Número médio por μl	Função	Comentários
As **plaquetas** são discos achatados que parecem arredondadas quando vistas superiormente, e fusiformes em seção ou em um esfregaço de sangue.	350.000 (variam de 150.000 a 500.000)	As plaquetas agregam-se e grudam nas paredes de vasos danificados; liberam substâncias químicas, que estimulam a coagulação do sangue.	As plaquetas são substituídas continuamente. Cada plaqueta circula por 9 a 12 dias, antes de ser removida pelos fagócitos, principalmente no baço.



Revisão do Módulo 11.6

a. Defina hemocitoblasto.

b. Explique a função da eritropoetina.

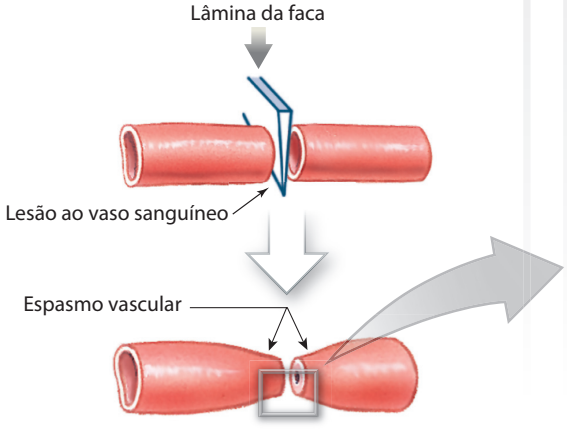
c. Compare os tipos de células produzidas pelas células-tronco linfoides e mieloides.

A resposta de coagulação é uma complexa cascata de eventos que reduz a perda de sangue

1 O processo de **hemostasia** (*haima*, sangue + *stasis*, parada) é responsável por parar a perda de sangue através das paredes dos vasos danificados. Ao mesmo tempo, cria uma estrutura para reparo dos tecidos. Embora geralmente dividida em três fases, a hemostasia é uma **cascata** complexa, uma série de interações em que uma fase aciona a fase seguinte.

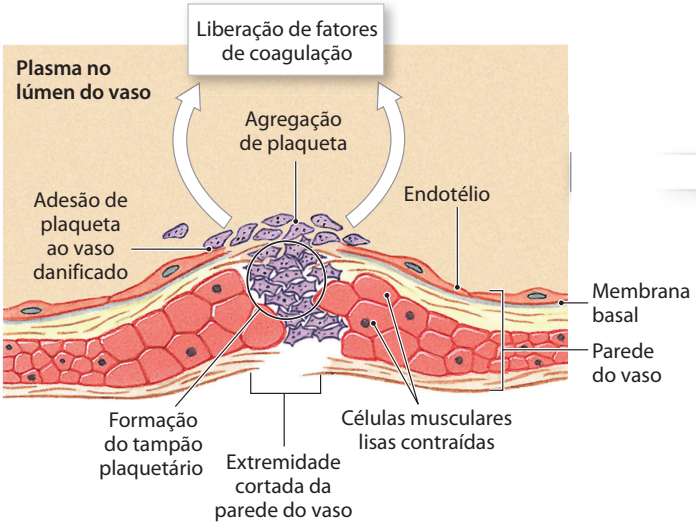
Fase vascular

A **fase vascular** da hemostasia tem a duração aproximada de 30 minutos após a ocorrência da lesão é dominada pela resposta das células endoteliais e pelo espasmo vascular. As células endoteliais contraem e expõem a membrana basal subjacente à corrente sanguínea. O espasmo vascular é a contração local do músculo liso das paredes dos vasos sanguíneos.

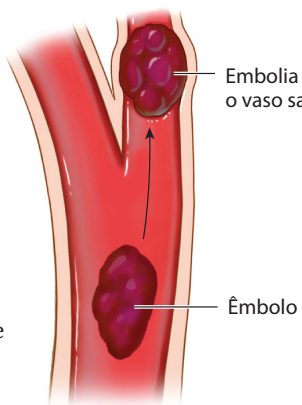


Fase das plaquetas

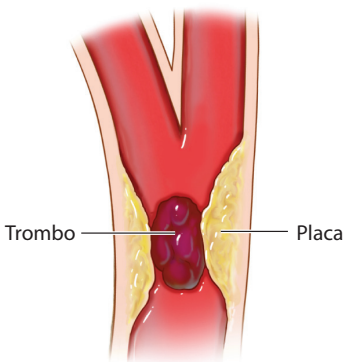
A **fase das plaquetas** da hemostasia começa com a ligação das plaquetas às superfícies endoteliais aderentes, à membrana basal, às fibras de colágeno expostas e entre as próprias plaquetas. As plaquetas liberam fatores de coagulação que aceleram o número de plaquetas aglutinadas e estimulam contrações adicionais dos vasos locais.



2 Se a resposta de coagulação for controlada inadequadamente, coágulos de sangue começarão a se formar na corrente sanguínea, em vez de no local do ferimento. Esses coágulos de sangue podem não se fixar à parede do vaso, mas continuar à deriva, até que a plasmina os digira ou eles se prendam em um pequeno vaso sanguíneo. Um coágulo de sangue à deriva é chamado de **êmbolo** (*embolos*, tampão). Um êmbolo que fica preso em um vaso sanguíneo bloqueia a área adjacente, matando os tecidos afetados. A obstrução súbita é chamada de **embolia** e a área tecidual danificada, em virtude da interrupção da circulação, é chamada de **infarto**. Infartos no cérebro são conhecidos como *derrames* ou *isquemias*; infartos no coração são denominados *infartos do miocárdio* ou ataques cardíacos.

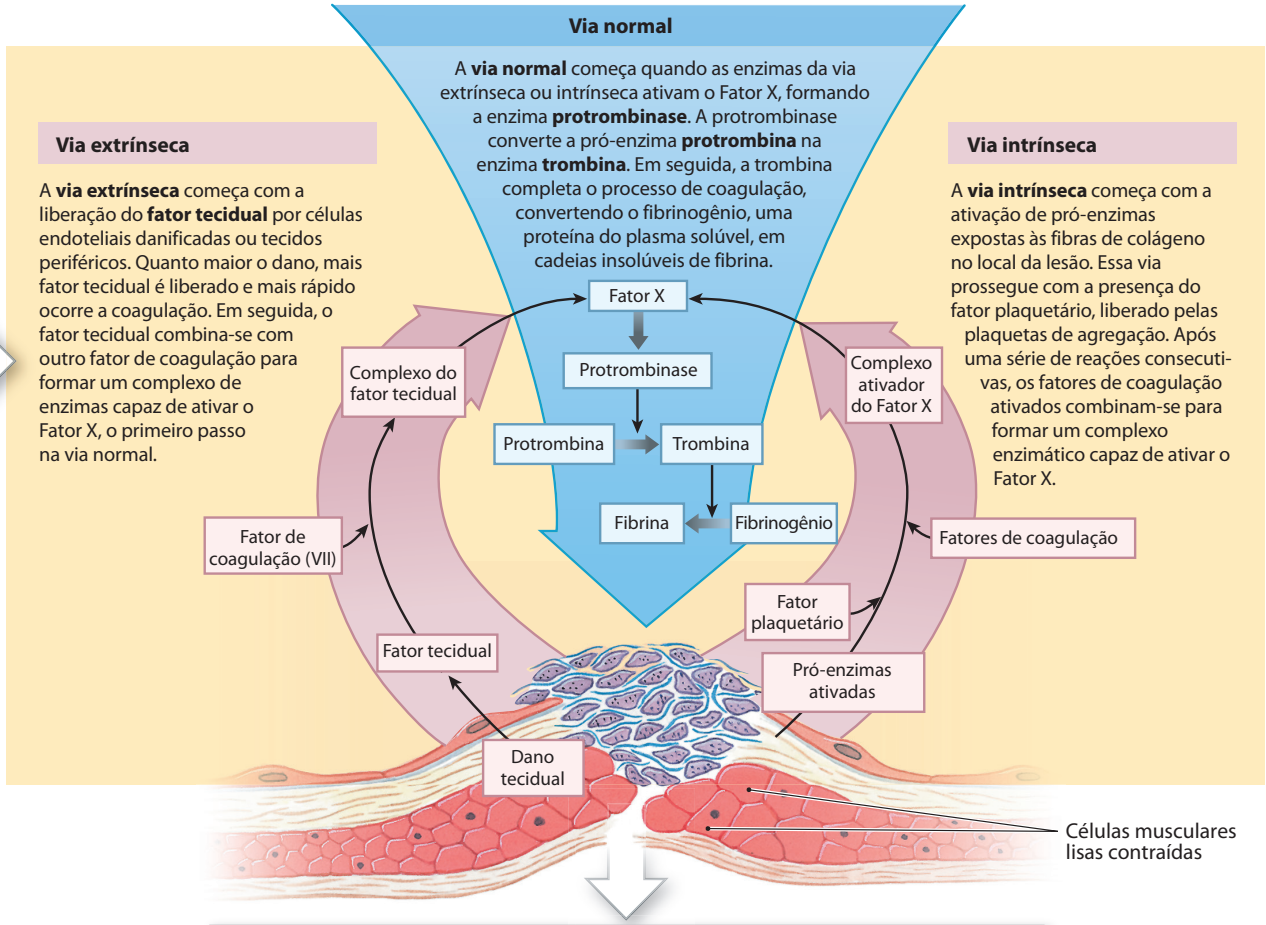


3 **Trombo** (*thrombos*, coágulo) é um coágulo de sangue junto de uma parede do vaso. Começa a formar-se quando as plaquetas se fixam à parede de um vaso sanguíneo intacto. Muitas vezes, as plaquetas são atraídas para áreas chamadas de *placas*, nas quais as células musculares lisas e endoteliais, no interior da parede do vaso, contêm grande quantidade de lipídios, que acabam por diminuir o diâmetro do vaso.



Fase de coagulação

A **fase de coagulação** da hemostasia não começa até 30 segundos ou mais após a lesão do vaso. A **coagulação**, ou coagulação do sangue, envolve uma sequência complexa de passos que resultam na conversão do fibrinogênio circulante na proteína insolúvel **fibrina**. À medida que a rede de fibrina aumenta, células sanguíneas e plaquetas adicionais ficam presas ao emaranhado fibroso, formando um coágulo de sangue que veda a porção danificada do vaso. Os **pró-coagulantes** (fatores de coagulação) no plasma desempenham papel importante nessa fase. Fatores de coagulação importantes incluem Ca^{2+} e outras 11 proteínas diferentes (identificadas por algarismos romanos). Muitos fatores de coagulação são pró-enzimas, que, quando convertidas em enzimas ativas, desencadeiam reações essenciais na resposta de coagulação. A ativação de uma pró-enzima geralmente cria uma reação em cadeia.



Retração do coágulo

Após a formação da malha de fibrina, as plaquetas e os glóbulos vermelhos aderem à cadeia de fibrina. As plaquetas se contraem e todo o coágulo começa a sofrer um processo que continua ao longo de um período de 30 a 60 minutos, unindo as extremidades lesionadas, a **retração do coágulo**.

À medida que o reparo acontece, o coágulo se dissolve gradualmente. Esse processo, chamado de **fibrinólise**, começa com a ativação da pró-enzima **plasminogênio** pela trombina, produzida pela via normal, e pelo **ativador do plasminogênio tecidual (t-PA)**, liberado pelos tecidos danificados. A ativação do plasminogênio produz a enzima **plasmina**, que corrói a base do coágulo.

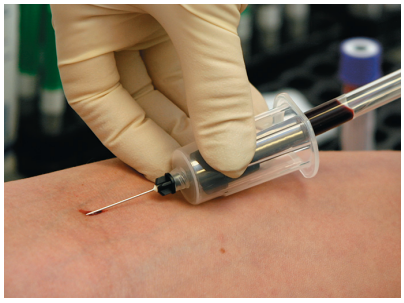
Revisão do Módulo 11.7

a. Defina hemostasia e nomeie suas três fases.

b. Descreva sucintamente as fases vascular, plaquetária e de coagulação da hemostasia.

c. Compare um êmbolo a um trombo.

As doenças do sangue podem ser classificadas por suas origens e pelas alterações nas características do sangue



1 O procedimento chamado **punção venosa** (*vena*, veia + *punctura*, perfurante) é crucial para o diagnóstico de doenças sanguíneas. O sangue integral fresco é geralmente recolhido de uma veia superficial, como a veia intermédia do cotovelo, na superfície anterior entre o braço e o antebraço. A punção venosa é normalmente utilizada porque: (1) as veias superficiais são de fácil localização; (2) as paredes das veias são mais finas do que as das artérias de mesmo tamanho; e (3) a pressão arterial no sistema venoso é relativamente baixa, de modo que o local onde foi realizada a punção fecha rapidamente. Os procedimentos clínicos mais comuns examinam o sangue venoso.

2 As doenças do sangue podem ter causas variadas. As principais categorias de doenças sanguíneas são descritas a seguir.

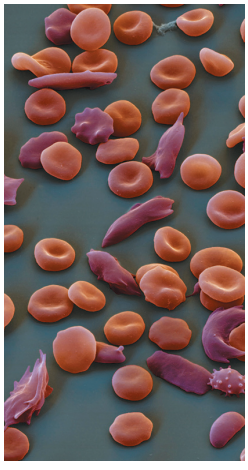
Doenças nutricionais do sangue

Na **anemia por deficiência de ferro**, a síntese normal da hemoglobina não pode acontecer porque as reservas de ferro ou a ingestão alimentar de ferro é insuficiente. Como os glóbulos vermelhos em desenvolvimento não conseguem sintetizar a hemoglobina funcional, eles são muito pequenos e não transportam tanto oxigênio quanto os glóbulos vermelhos normais. As mulheres são especialmente dependentes de uma dieta regular com suprimento de ferro, porque as suas reservas de ferro são aproximadamente a metade da reserva de um homem padrão.

A deficiência de **vitamina B_{12}** altera o padrão normal de divisão das células-tronco na medula óssea vermelha, que pode resultar em **anemia perniciosa**. Com isso, ocorrerá uma produção menor de glóbulos vermelhos, e aqueles produzidos são anormalmente grandes e podem desenvolver formas bizarras.

Os íons cálcio e a **vitamina K** afetam quase todos os aspectos do processo de coagulação. As vias de coagulação requerem Ca^{2+}, portanto, qualquer distúrbio que reduza as concentrações de plasma de Ca^{2+} no sangue pode prejudicar a coagulação. Além disso, o fígado requer quantidades adequadas de vitamina K para a síntese de quatro dos fatores de coagulação, incluindo a protrombina.

Doenças congênitas do sangue



Glóbulos vermelhos normais e em forma de foice

A **anemia falciforme** resulta de uma mutação que afeta a sequência de aminoácido das subunidades de globina da molécula de Hb. Os glóbulos vermelhos afetados tomam a forma de uma foice e não fixam o oxigênio. Isso faz com que os glóbulos vermelhos fiquem frágeis e sejam facilmente danificados. Além disso, um glóbulo vermelho em forma de foice pode prender-se em um capilar pequeno. Ocorre, então, um bloqueio da circulação e os tecidos próximos começam a sofrer falta de oxigênio. Para desenvolver anemia falciforme, o indivíduo precisa ter duas cópias do alelo falciforme – uma do pai e outra da mãe. Se apenas um alelo falciforme estiver presente, o indivíduo apresentará um **traço falciforme**. Nesses casos, a maioria da hemoglobina é normal e os glóbulos vermelhos funcionam normalmente. No entanto, ter o traço falciforme dá ao indivíduo alguma resistência à malária, uma doença grave transmitida por um mosquito vetor do parasita que causa a doença. A infecção dos glóbulos vermelhos falciformes dificulta a multiplicação dos parasitas e essas células contendo os parasitas são englobadas e destruídas por macrófagos.

A **hemofilia** é um distúrbio hemorrágico hereditário. Aproximadamente uma pessoa em dez mil é hemofílica, sendo 80% a 90% do sexo masculino. Na maioria dos casos, a hemofilia é causada pela produção reduzida de um único fator de coagulação. A gravidade da hemofilia varia, dependendo de quanto menor é a produção desse fator de coagulação. Em casos graves, hemorragias extensas podem ocorrer mesmo com um mínimo impacto ou movimento, com sangramentos nas articulações e nos músculos da região.

As **talassemias** são um grupo diverso de doenças sanguíneas hereditárias causadas por uma incapacidade de produzir quantidades adequadas de subunidades normais da proteína da hemoglobina. A gravidade dos diferentes tipos de talassemias depende de quais e de quantas subunidades de proteínas são anormais.

Infecções do sangue

O sangue é normalmente livre de microrganismos, mas estes podem entrar na corrente sanguínea através de uma ferida ou infecção. A **bacteremia** é uma condição na qual bactérias circulam no sangue, mas não se multiplicam lá.
A **viremia** é uma condição semelhante, associada à presença de vírus.
A **sepse** é uma infecção patogênica generalizada dos tecidos do corpo.
A sepse do sangue, ou a **septicemia** (anteriormente conhecida como "envenenamento do sangue"), ocorre quando os patógenos se multiplicam no sangue e se propagam por todo o corpo.

Criança com septicemia causada por bactéria meningocócica

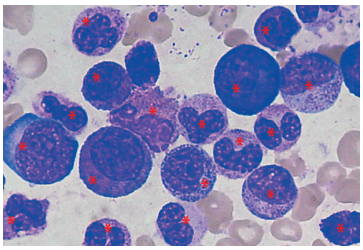
Glóbulos vermelhos infectados com *Plasmodium*

Mosquito picando um indivíduo

A **malária** é uma doença parasitária causada por várias espécies do protozoário *Plasmodium*. É uma das doenças mais graves em países tropicais, matando de 1,5 a 3 milhões de pessoas por ano, das quais a metade são crianças menores de 5 anos de idade.
A malária é transmitida por um mosquito. O parasita infecta inicialmente as células hepáticas, cresce e se fragmenta em formas menores que infectam os glóbulos vermelhos.
Periodicamente, em intervalos de 2 a 3 dias, todos os glóbulos vermelhos infectados se rompem simultaneamente e liberam mais parasitas que infectam outros glóbulos vermelhos.
A liberação e a reinfecção dos glóbulos vermelhos correspondem aos ciclos de febre e calafrios que caracterizam a malária.
Os glóbulos vermelhos mortos podem bloquear os vasos sanguíneos que irrigam os órgãos vitais, como os rins e o cérebro, resultando na morte dos tecidos.

Doenças cancerígenas do sangue

A **leucemia** é o câncer dos tecidos que formam o sangue. As células cancerígenas da leucemia não formam um tumor compacto. Em vez disso, estão espalhadas por todo o corpo, desde a sua origem na medula óssea vermelha. Ambos os tipos de leucemia – mieloide e linfoide – são caracterizados por níveis elevados de circulação de glóbulos brancos. A **leucemia mieloide** é caracterizada pela presença de granulócitos anormais (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) ou outras células da medula óssea vermelha. A **leucemia linfoide** envolve os linfócitos e suas células-tronco. Os primeiros sintomas surgem quando glóbulos brancos imaturos e anormais aparecem na circulação. A leucemia não tratada é fatal.



Glóbulos brancos anormais (*) vistos em um esfregaço de sangue de um paciente com leucemia mieloide

Doenças degenerativas do sangue

Na **coagulação intravascular disseminada (CID)**, as toxinas bacterianas ativam vários passos no processo de coagulação que converte o fibrinogênio em fibrina no sangue circulante. Embora grande parte da fibrina seja removida por fagócitos ou dissolvida pela plasmina, pequenos coágulos podem bloquear pequenos vasos e danificar os tecidos circundantes. Se o fígado não consegue produzir fibrinogênio circulante o suficiente para manter o ritmo com a velocidade em que o fibrinogênio está sendo removido, a coagulação diminui e pode ocorrer sangramento descontrolado.

Revisão do Módulo 11.8

a. Defina punção venosa.

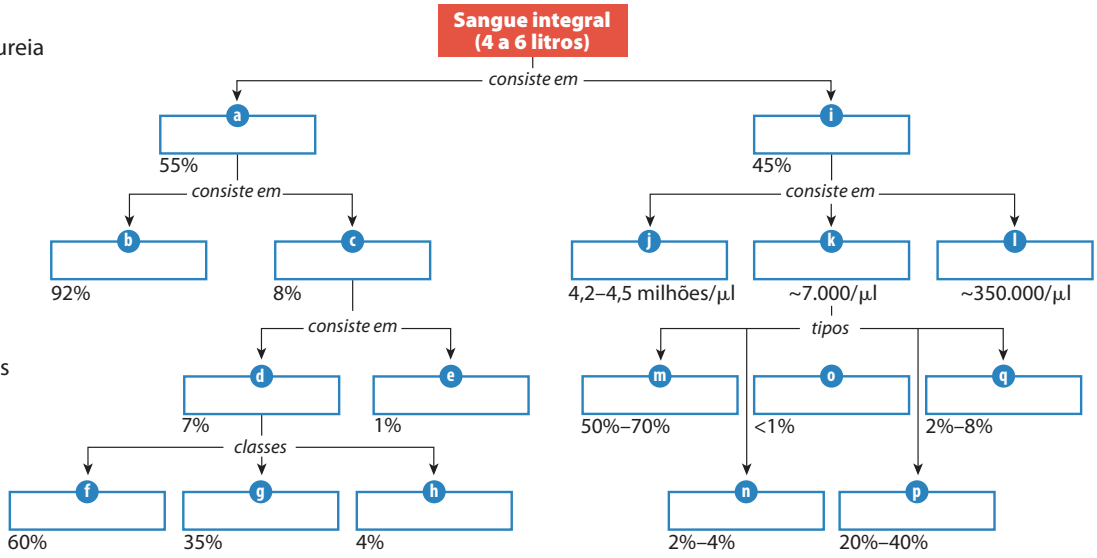
b. Identifique os dois tipos de leucemia.

c. Compare anemia por deficiência de ferro com anemia perniciosa.

1. Mapa conceitual

Use os termos na lista a seguir, completando o mapa conceitual sobre o sangue integral.

- Globulinas
- Eletrólitos, glicose, ureia
- Proteína
- Albuminas
- Leucócitos
- Fibrinogênio
- Solutos
- Basófilos
- Eritrócitos
- Elementos figurados
- Plasma
- Eosinófilos
- Linfócitos
- Água
- Plaquetas
- Monócitos
- Neutrófilos



2. Atividade de associação

Combine os termos seguintes com a descrição mais adequada.

- Matriz líquida
- Proteína de transporte
- Ruptura de glóbulo vermelho
- Punção venosa
- Coágulo de sangue à deriva
- Glóbulos vermelhos maduros
- Complexo pigmentar
- Plaquetas
- Eritropoetina
- Reação cruzada
- Monócitos
- Linfócitos

a _____ êmbolo

b _____ anucleada

c _____ plasma

d _____ macrófagos

e _____ globulina

f _____ aglutinação

g _____ imunidade específica

h _____ malária

i _____ veia intermédia do cotovelo

j _____ heme

k _____ hormônio

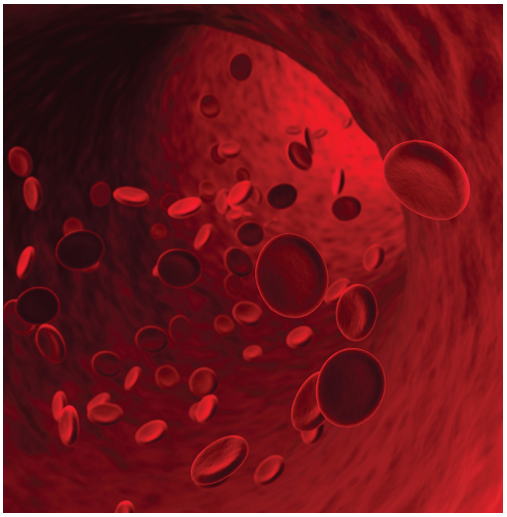
l _____ coágulo

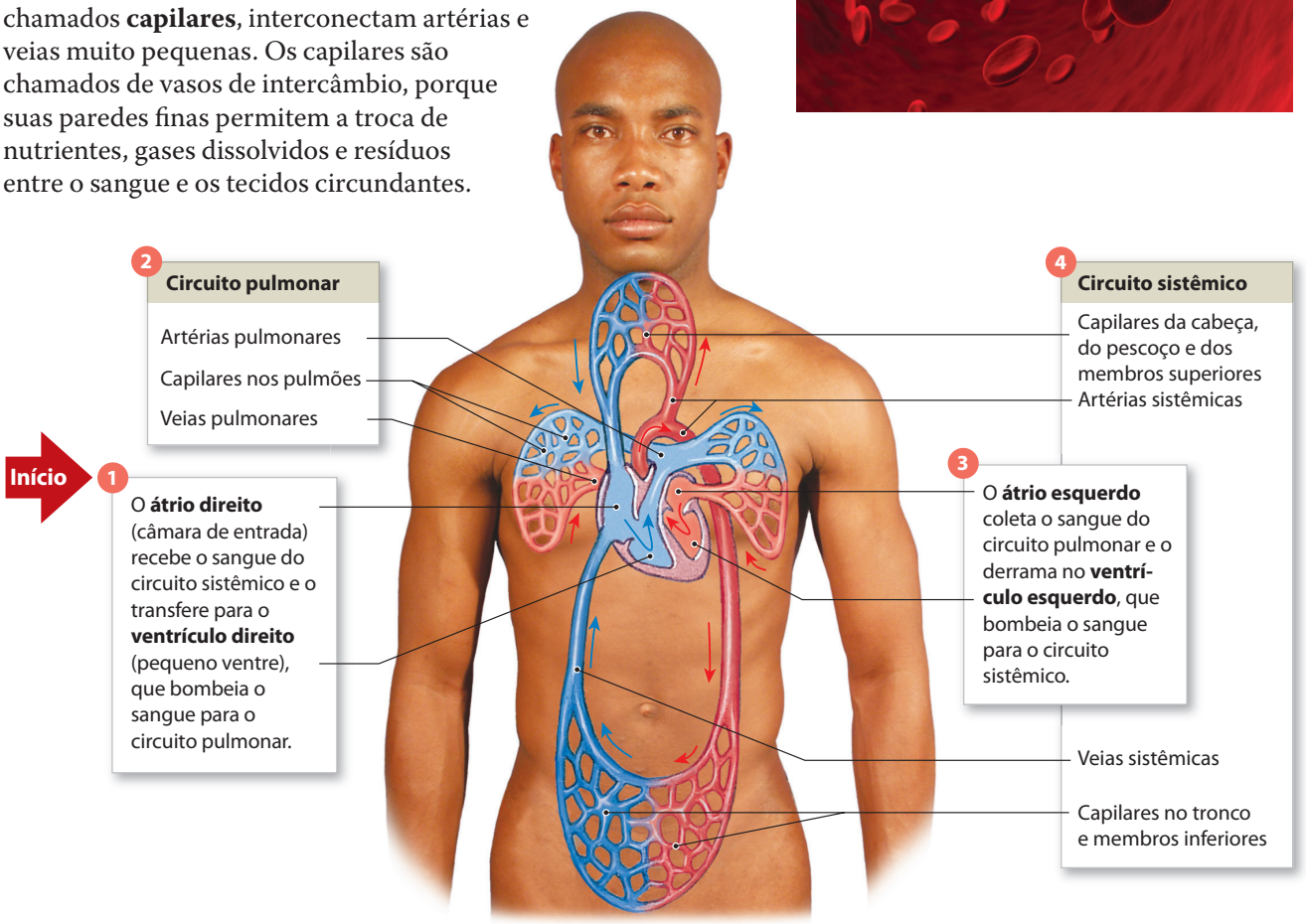
3. Integração de seções

Por que os glóbulos vermelhos maduros em humanos são incapazes de realizar síntese de proteínas e mitose?

Anatomia funcional dos vasos sanguíneos

O sangue flui através de uma rede de vasos sanguíneos que se estendem entre o coração e os tecidos periféricos. Esses vasos sanguíneos podem ser organizados em um **circuito pulmonar**, que transporta o sangue para e das superfícies de troca de gás dos pulmões, e em um **circuito sistêmico**, que transporta o sangue para o resto do corpo e também o recebe de volta. Cada circuito começa e termina no coração, e o sangue viaja através desses vasos em sequência. Assim, o sangue que retorna ao coração do circuito sistêmico deve completar o circuito pulmonar antes de entrar novamente no circuito sistêmico. O sangue é levado do coração pelas **artérias**, ou vasos eferentes, e retorna ao coração por meio das **veias**, ou vasos aferentes. Vasos microscópicos de paredes finas, chamados **capilares**, interconectam artérias e veias muito pequenas. Os capilares são chamados de vasos de intercâmbio, porque suas paredes finas permitem a troca de nutrientes, gases dissolvidos e resíduos entre o sangue e os tecidos circundantes.

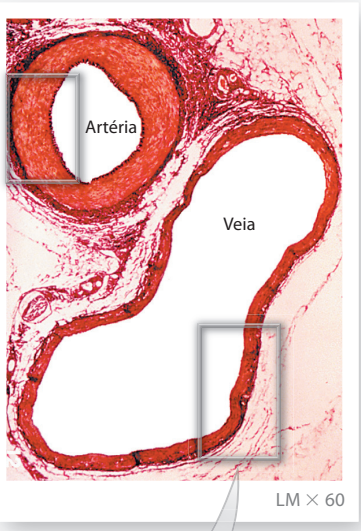




Nesta seção, vamos dar uma olhada de perto na estrutura e na distribuição dos principais vasos sanguíneos no corpo.

As artérias e as veias diferem na estrutura e na espessura de suas paredes

1 As paredes das artérias e veias contêm três camadas distintas: túnica íntima, túnica média e túnica externa.

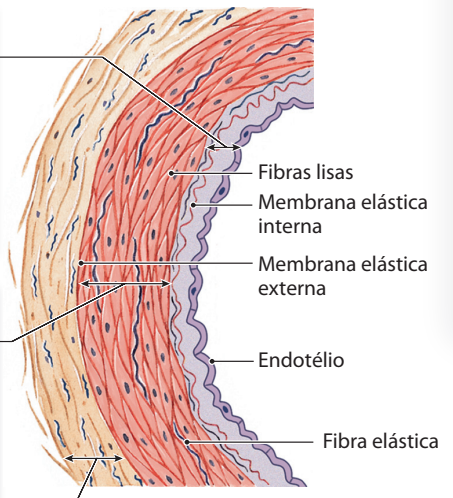


Artéria

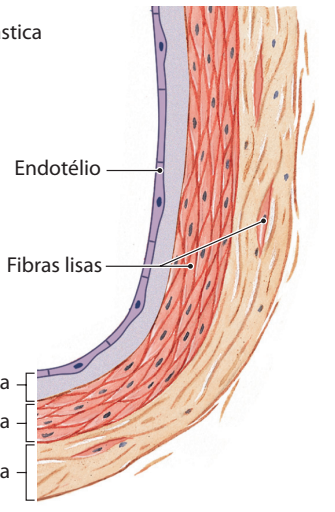
A **túnica íntima**, ou túnica interna, é a camada mais interna de um vaso sanguíneo. Essa camada inclui o revestimento endotelial e uma camada subjacente de tecido conjuntivo contendo fibras elásticas, o subendotélio. Nas artérias, a margem profunda da túnica íntima contém uma camada espessa de fibras elásticas chamada **membrana elástica interna**.

A **túnica média**, ou camada média, contém camadas concêntricas do células musculares lisas sustentadas por tecido conjuntivo frouxo. Quando as fibras lisas contraem, o vaso diminui de diâmetro, o que é denominado de **vasoconstrição**. Quando as fibras lisas relaxam, o diâmetro aumenta, o que é chamado de **vasodilatação**. Somente as artérias contam com uma membrana elástica externa.

A **túnica externa**, ou túnica adventícia, camada mais externa de um vaso sanguíneo, é uma bainha de tecido conjuntivo. Nas artérias, essa camada contém fibras de colágeno com faixas de fibras elásticas dispersas. Nas veias, ela é geralmente mais espessa do que a túnica média e contém redes de fibras elásticas e feixes de células musculares lisas. As fibras do tecido conjuntivo da túnica externa normalmente se misturam com as dos tecidos adjacentes, estabilizando e fixando o vaso sanguíneo.

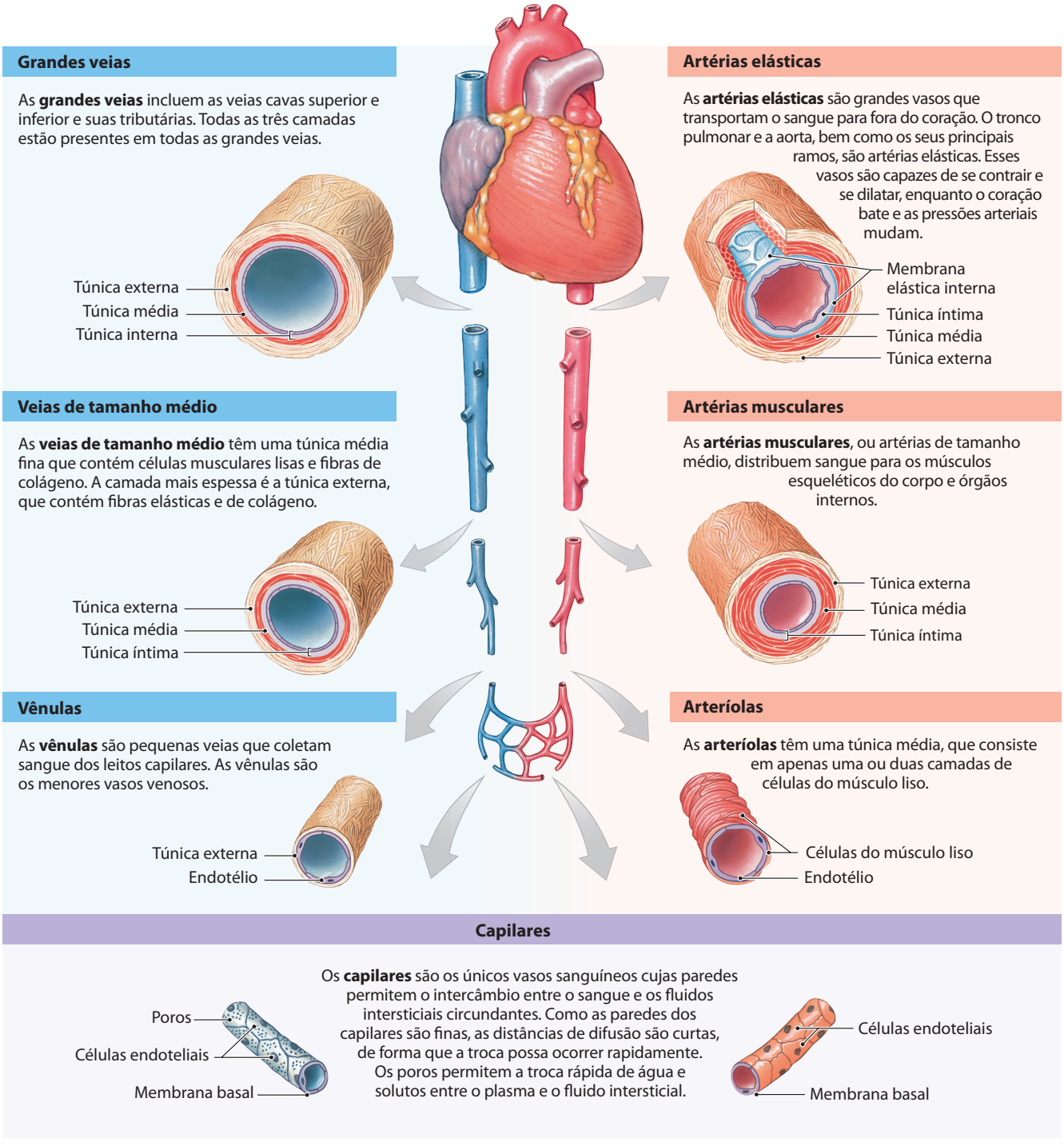


Veia



Características das artérias e veias

Característica	Artéria	Veia
Aparência geral em vista secional	Geralmente circular e parede relativamente espessa	Geralmente achatada ou colapsada, com parede relativamente fina
Túnica íntima		
Endotélio	Geralmente ondulado, em razão da constrição do vaso	Frequentemente liso
Membrana elástica interna	Presente	Ausente
Túnica média	Espessa, dominada pelas células musculares lisas e fibras elásticas	Fina, dominada pelas células musculares lisas e pelas fibras de colágeno
Membrana elástica externa	Presente	Ausente
Túnica externa	Colágeno e fibras elásticas	Colágeno, fibras elásticas e células musculares lisas



2 Há cinco classes gerais de vasos sanguíneos: artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias. As **artérias** levam o sangue para fora do coração, entram nos tecidos periféricos e ramificam-se repetidamente, e os ramos diminuem em diâmetro. Os ramos arteriais menores são chamados de arteríolas. Das arteríolas, o sangue se move para dentro dos capilares, onde há a difusão entre o sangue e o fluido intersticial. Dos capilares, o sangue entra em **vênulas** ou pequenas veias, que se unem para formar as veias maiores que retornam o sangue ao coração.

Revisão do Módulo 11.9

a. Liste as cinco classes gerais de vasos sanguíneos.

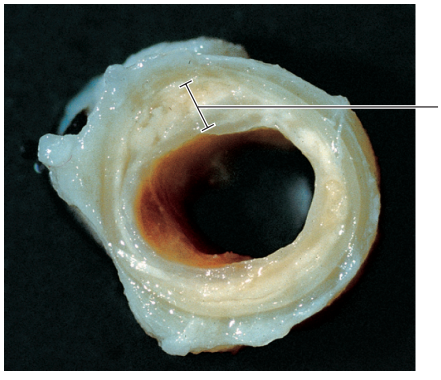
b. Descreva um capilar.

c. Uma seção transversal de tecido mostra diversos vasos pequenos com paredes finas com pouco tecido muscular liso na túnica média. Que tipo de vasos são esses?

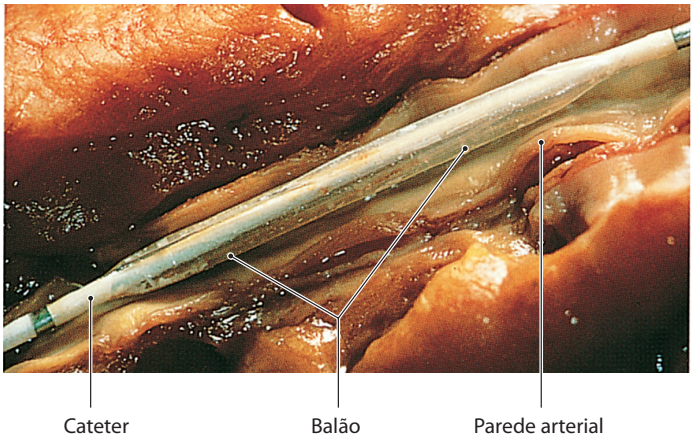
A arteriosclerose pode restringir o fluxo sanguíneo e danificar os órgãos vitais

A **arteriosclerose** (*arterio-*, artéria + *sklerosis*, dureza) é um espessamento e endurecimento da parede arterial. Essa condição pode não sugerir risco de morte, mas as complicações relacionadas à arteriosclerose representam quase 50% das causas de todas as mortes nos Estados Unidos. Os efeitos da arteriosclerose são variados. Por exemplo, a arteriosclerose das artérias no coração é responsável pela doença arterial coronariana (DAC) e por potenciais ataques cardíacos, e a arteriosclerose de artérias que irrigam o cérebro pode acarretar acidentes vasculares cerebrais.

1 **Aterosclerose** (*athero-*, degeneração gordurosa) é a formação de depósitos lipídicos da túnica média arterial associada aos danos ao revestimento endotelial. A aterosclerose, a forma mais comum de arteriosclerose, tende a se desenvolver em pessoas cujo sangue contém níveis elevados de lipídios no plasma, especificamente colesterol. O resultado é uma **placa** aterosclerótica, uma massa gorda de tecido, que se projeta para o lúmen do vaso e restringe o fluxo de sangue. As pessoas mais idosas – especialmente os homens – são mais propensas a desenvolver placas ateroscleróticas. Outros fatores de risco importantes para a aterosclerose incluem hipertensão arterial e tabagismo.



2 As placas podem ser tratadas por remoção do segmento danificado do vaso e substituição (geralmente por uma veia superficial removida da perna), mas essa cirurgia pode ser difícil e perigosa. Na **angioplastia com balão** (*angeion*, vaso), a ponta de um cateter contendo um balão insuflável é inserida numa artéria. Uma vez em posição, o balão é insuflado, pressionando a placa contra as paredes dos vasos. Esta foto mostra um cateter no interior da artéria de um cadáver; a artéria foi aberta para mostrar a orientação e os tamanhos relativos do cateter e da artéria. A angioplastia com balão é mais eficaz no tratamento de placas pequenas e macias. Diversos fatores fazem com que esse tratamento seja preferencial: (1) a taxa de mortalidade durante a cirurgia é de apenas 1%, aproximadamente; (2) a taxa de sucesso é superior a 90%; e (3) o procedimento pode ser realizado em um ambulatório.



Revisão do Módulo 11.10

a. Compare arteriosclerose com aterosclerose.

b. Identifique os fatores de risco para o desenvolvimento da aterosclerose.

c. Descreva a angioplastia com balão.

Os capilares fazem parte de uma rede interligada chamada leito capilar

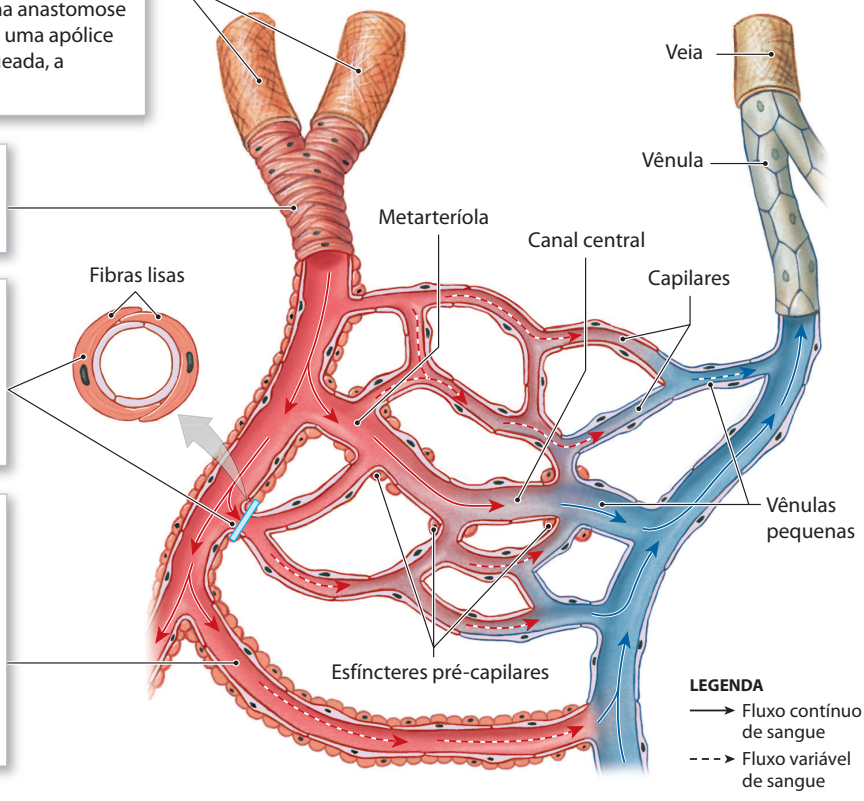
1 O **leito capilar** contém diversas conexões relativamente diretas entre as arteríolas e as vênulas. A parede na parte inicial dessa passagem possui músculo liso capaz de alterar o seu diâmetro. Esse segmento é chamado de **metarteríola**. O resto da passagem se assemelha na sua estrutura a um capilar típico. Apesar de o sangue normalmente fluir a uma velocidade constante através do leito capilar, da arteríola até a vênula, o fluxo dentro de cada capilar é bastante variável. Os esfíncteres pré-capilares ajustam o fluxo de sangue para cada capilar por meio de contração e relaxamento, alternadamente, cerca de uma dúzia de vezes por minuto. Essas mudanças rítmicas no diâmetro dos vasos são denominadas **vasomotricidade**. A vasomotricidade faz com que o sangue flua por impulsos dentro dos capilares associados, em vez de ser um fluxo regular e constante.

Um leito capilar pode receber sangue de mais de uma artéria. Essas **artérias colaterais** entram na região e fundem-se antes de dar origem às arteríolas. A fusão de duas artérias colaterais que irrigam um leito capilar é um exemplo de uma anastomose arterial. Uma **anastomose arterial** é, na verdade, uma apólice de seguro: se uma artéria é comprimida ou bloqueada, a circulação capilar continua.

Uma única arteríola geralmente dá origem a dezenas de capilares que desembocam em várias vênulas.

A entrada para cada capilar é protegida por uma faixa de músculo liso chamada de **esfíncter pré-capilar**. A contração ou o relaxamento das células musculares lisas muda o diâmetro da entrada capilar, controlando, assim, o fluxo de sangue para dentro do capilar.

Anastomose arteriovenosa é uma conexão direta entre uma arteríola e uma vênula. Quando essa anastomose é dilatada, o sangue não passa pelo leito capilar e flui diretamente para a circulação venosa. O padrão do fluxo sanguíneo através dessas anastomoses é regulado principalmente pela inervação nervosa simpática, sob o controle dos centros cardiovasculares do bulbo.



Revisão do Módulo 11.11

a. Qual é o papel dos esfíncteres pré-capilares?

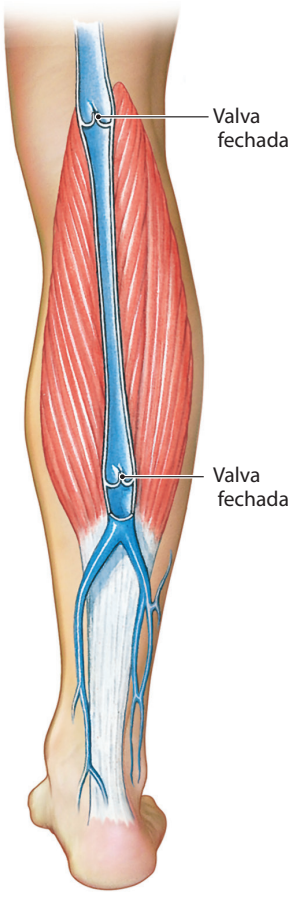
b. Defina vasomotricidade.

c. Descreva o fluxo de sangue através de uma anastomose arteriovenosa.

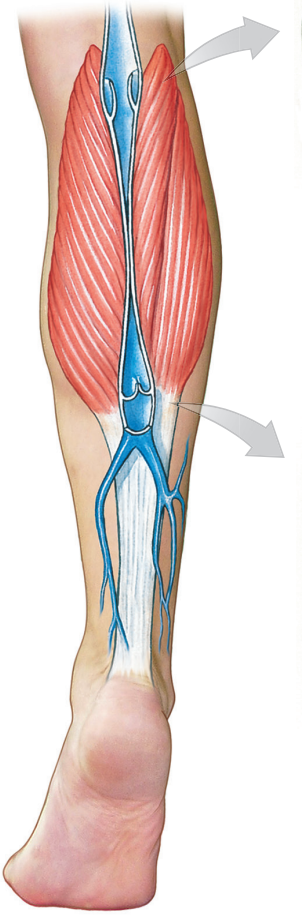
O sistema venoso tem pressões baixas e corresponde a quase dois terços do volume de sangue do corpo

O sistema arterial é um sistema de pressão alta: é necessária quase toda a força desenvolvida pelo coração para empurrar o sangue ao longo da rede de artérias e através de quilômetros de capilares. A pressão arterial em uma vênula periférica é apenas cerca de 10% da pressão na aorta ascendente e as pressões continuam a cair ao longo do sistema venoso.

1 A pressão arterial nas vênulas e nas veias de tamanho médio é tão baixa que não pode vencer a força da gravidade. Nos membros, as veias desse diâmetro contêm **valvas**, dobras da túnica íntima que se projetam da parede do vaso e apontam na direção do fluxo sanguíneo. As valvas venosas permitem o fluxo sanguíneo num só sentido para impedir o refluxo de sangue para os capilares. Se as paredes das veias próximas das valvas enfraquecem ou tornam-se distendidas e deformadas, as valvas podem não funcionar adequadamente. O sangue começa, então, a acumular nas veias, que ficam bastante distendidas. Os efeitos variam de um leve desconforto e um problema estético, como **varizes** superficiais em coxas e pernas, a uma dolorosa distensão dos tecidos adjacentes, como no caso de **hemorroidas**.



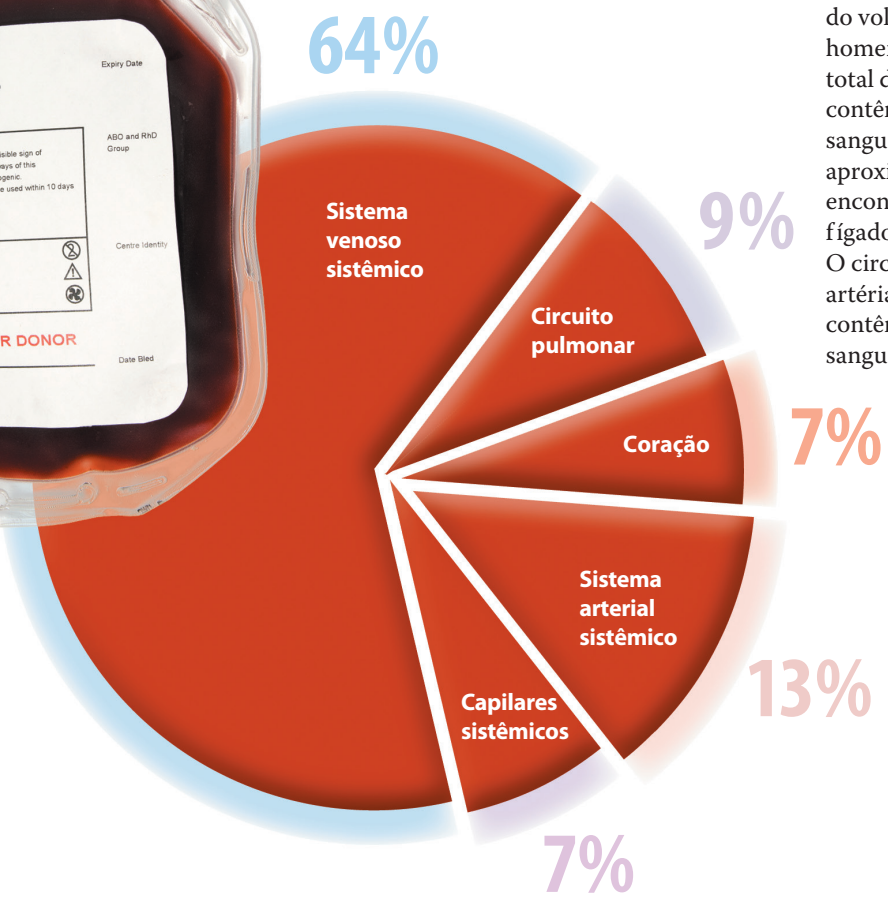
Quando você está em pé, o sangue venoso dos seus pés deve superar a força da gravidade para ascender ao coração. As valvas compartimentam o sangue dentro das veias, separando o sangue dentro destes compartimentos.



As valvas acima da contração dos músculos se abrem, permitindo que o sangue se mova em direção ao coração.

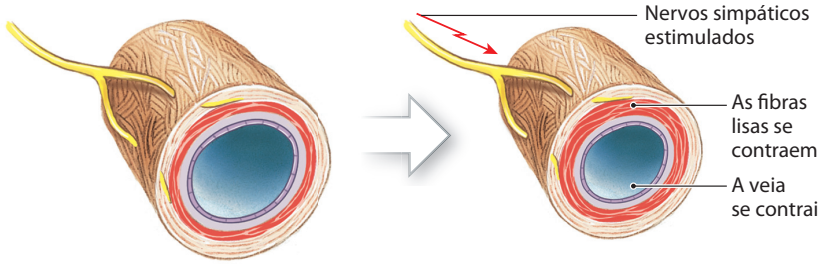
As valvas abaixo da contração dos músculos são forçadas a fechar-se, impedindo o refluxo de sangue para os capilares.

Qualquer contração dos músculos esqueléticos ao redor comprime o sangue em direção ao coração. Embora provavelmente você não tenha consciência disso, quando você está em pé, ciclos rápidos de contração e relaxamento ocorrem nos músculos de suas pernas, o que ajuda a empurrar o sangue em direção ao tronco.



2 O gráfico ao lado mostra a distribuição do volume total de sangue do corpo. O volume total de sangue é distribuído de forma desigual entre artérias, veias e capilares. O sistema venoso sistêmico contém quase dois terços do volume total de sangue. Em um homem com 6 litros de volume total de sangue, as veias sistêmicas contêm cerca de 3,5 litros de sangue integral. Desse montante, aproximadamente 1 litro é encontrado nas redes venosas no fígado, na medula óssea e na pele. O circuito pulmonar, o coração, as artérias e os capilares sistêmicos contêm o resto do volume de sangue (cerca de 1,5 litro).

3 Se ocorrer hemorragia grave, o corpo mantém o volume sanguíneo dentro do sistema arterial a níveis próximos do normal, reduzindo o volume de sangue no sistema venoso. No mecanismo envolvido, o centro vasomotor no bulbo estimula os nervos simpáticos que inervam as células musculares lisas das paredes das veias musculares. A contração resultante produz a **venoconstrição**, que reduz o diâmetro das veias e a quantidade de sangue contido no sistema venoso. Além disso, o sangue entra na circulação geral pelas redes venosas do fígado, da medula óssea e da pele. Reduzindo a quantidade de sangue no sistema venoso, é possível manter o volume dentro do sistema arterial em níveis quase normais, apesar de perda significativa de sangue.



Revisão do Módulo 11.12

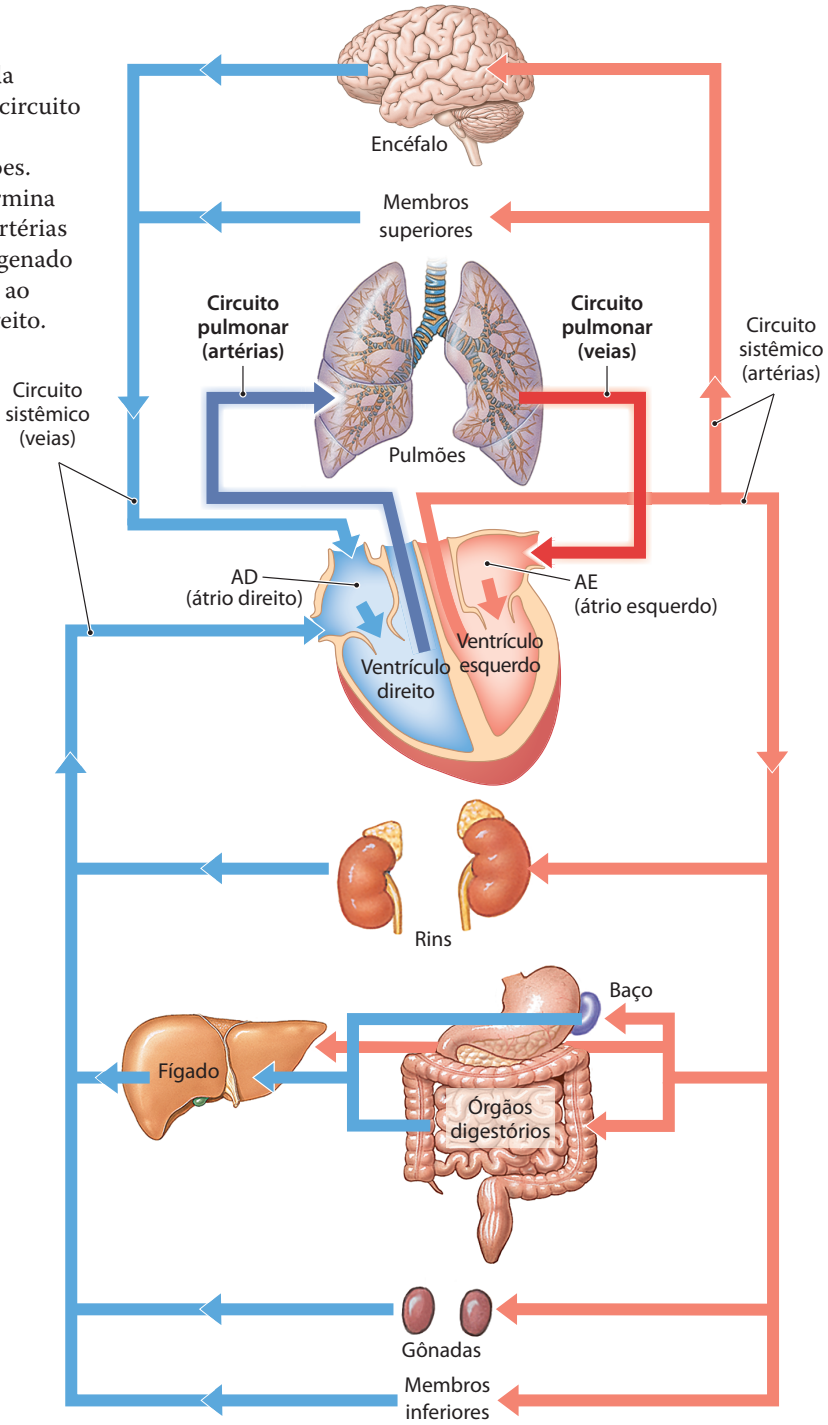
a. Defina varizes.

b. Por que há valvas nas veias, mas não nas artérias?

c. Como o fluxo de sangue é mantido nas veias, contrariando a força da gravidade?

O circuito pulmonar, que é relativamente curto, leva o sangue venoso do ventrículo direito para os pulmões, e retorna o sangue oxigenado para o átrio esquerdo

1 Este fluxograma fornece uma visão geral da organização do sistema cardiovascular. O circuito pulmonar é composto de artérias e veias que transportam sangue entre o coração e os pulmões. Esse circuito se inicia no ventrículo direito e termina no átrio esquerdo. Do ventrículo esquerdo, as artérias do circuito sistêmico transportam o sangue oxigenado e os nutrientes para todos os órgãos e tecidos e, ao final, retornam o sangue venoso para o átrio direito.

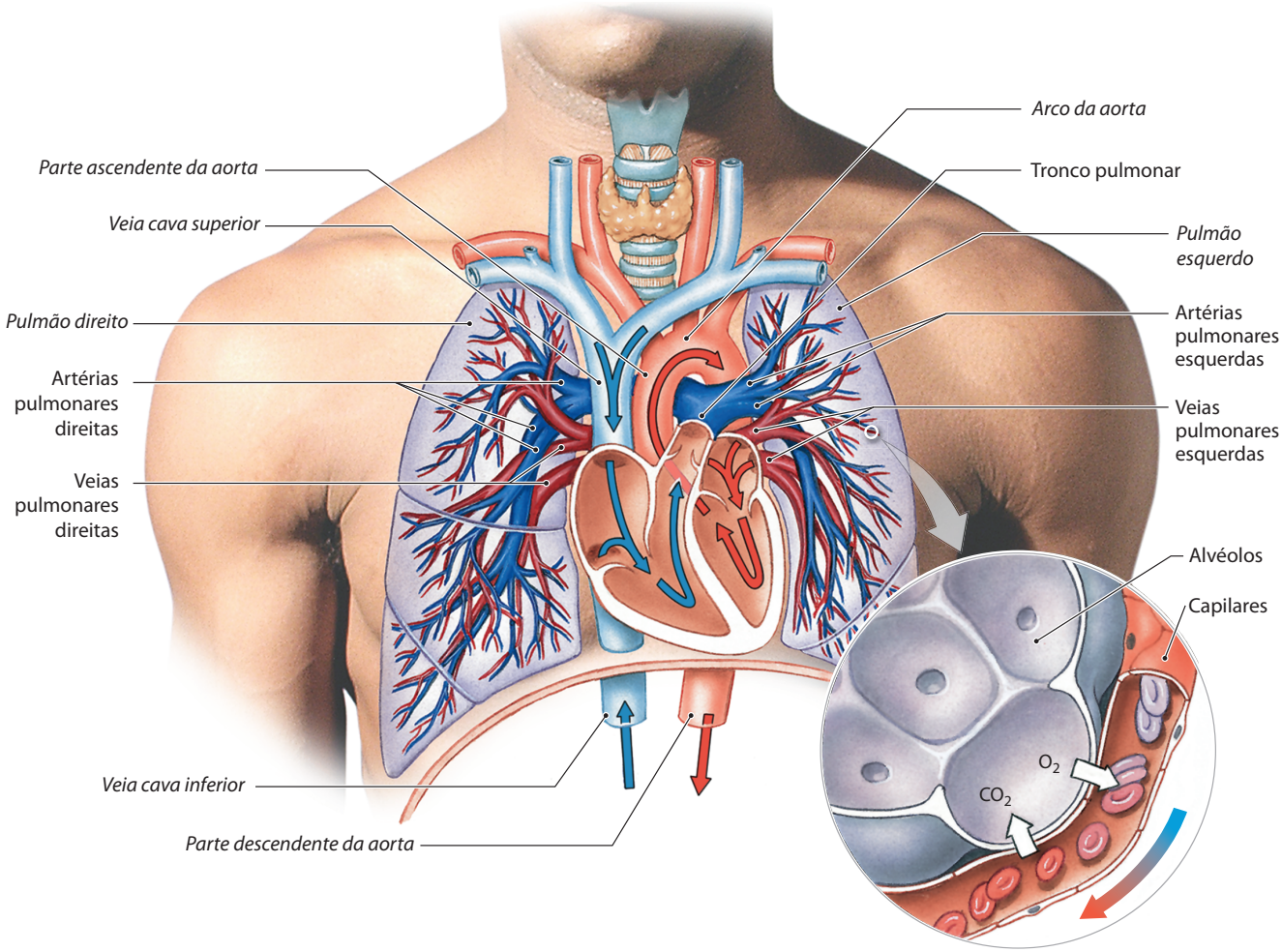


2 O quadro a seguir resume a organização global dos vasos sanguíneos no corpo.

Principais padrões de organização dos vasos sanguíneos

1. As distribuições periféricas das artérias e veias no lado esquerdo e direito do corpo são geralmente idênticas, exceto próximo ao coração, onde os vasos maiores se conectam aos átrios e ventrículos.
2. Um único vaso pode receber vários nomes, quando atravessa regiões anatômicas específicas, permitindo a realização de descrições anatômicas precisas, principalmente quando o vaso se estende para longe, para áreas mais periféricas. Como exemplo, quando a artéria ilíaca externa deixa o tronco e entra no membro inferior, ela passa a ser denominada artéria femoral.
3. Os tecidos e órgãos são normalmente percorridos por várias artérias e veias. Com frequência, as anastomoses entre as artérias ou veias adjacentes reduzem o impacto de uma **oclusão** (bloqueio) temporária ou mesmo permanente de um único vaso sanguíneo.

3 As artérias do circuito pulmonar diferem daquelas do circuito sistêmico, em que transportam o sangue desoxigenado (é por isso que a maioria dos diagramas de códigos de cor mostra as artérias pulmonares em azul, a mesma cor que as veias sistêmicas). Por convenção, várias artérias grandes são chamadas de **troncos**; o **tronco pulmonar** é um exemplo importante. Como o tronco pulmonar se curva sobre a borda superior do coração, dá origem às **artérias pulmonares** esquerda e direita. Essas grandes artérias entram nos pulmões antes de se ramificar repetidamente, dando origem a artérias cada vez menores. As ramificações menores, as **arteríolas pulmonares**, fornecem sangue aos **capilares alveolares**, que circundam pequenas bolsas de ar chamadas **alvéolos**. As paredes dos alvéolos são bastante finas, o que permite a troca de gás entre o sangue dos capilares e o ar inspirado; o sangue absorve o oxigênio e libera dióxido de carbono. O sangue oxigenado que deixa os capilares alveolares entra nas vênulas, que, por sua vez, unem-se para formar grandes vasos, os quais transportam o sangue em direção às **veias pulmonares**. São quatro veias, duas de cada pulmão, que levam o sangue oxigenado para o átrio esquerdo, completando o circuito pulmonar.



Revisão do Módulo 11.13

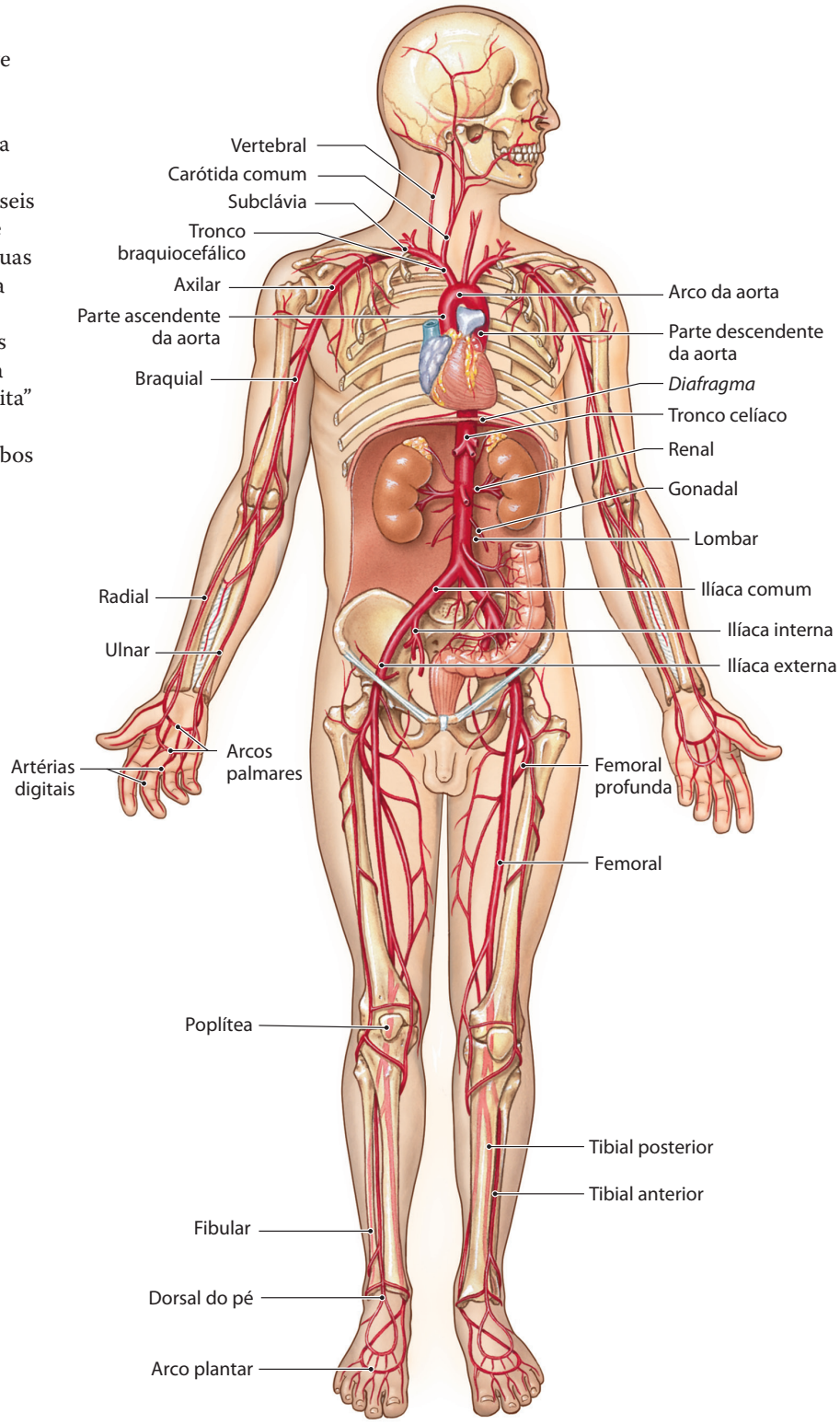
a. Identifique os dois circuitos de circulação do sistema cardiovascular.

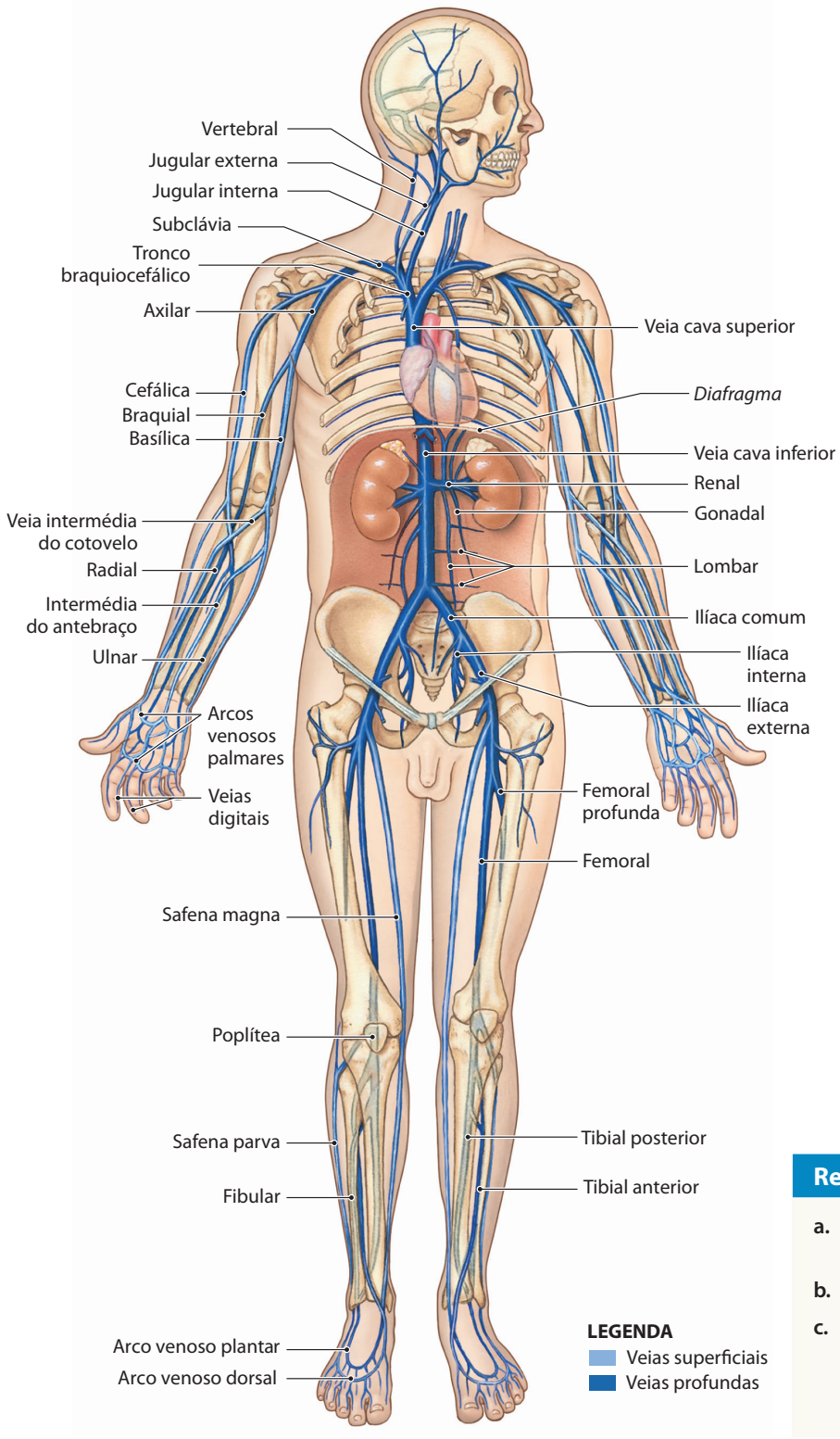
b. Descreva sucintamente os três principais padrões de organização dos vasos sanguíneos.

c. Trace o caminho de uma gota de sangue através dos pulmões, começando no ventrículo direito e terminando no átrio esquerdo.

Os sistemas arterial e venoso sistêmicos distribuem-se paralelamente, e os grandes vasos muitas vezes têm nomes similares

1 Esta figura apresenta uma visão geral do **sistema arterial**. Observe que todos os vasos do sistema arterial sistêmico se originam direta ou indiretamente da aorta, a grande artéria elástica que se estende do ventrículo esquerdo do coração. Em cada um dos seis módulos a seguir, a página 413 ilustra e discute os vasos arteriais sistêmicos e suas ramificações. Para simplificar, a palavra "artéria" não será repetida em cada legenda. Como a maioria das principais artérias são pares, havendo uma artéria em cada lado do corpo, os termos "direita" e "esquerda" aparecem na legenda da figura apenas quando as artérias de ambos os lados estão rotuladas.





2 Esta figura apresenta uma visão geral do **sistema venoso** sistêmico. Observe que todos os vasos do sistema venoso sistêmico se fundem em duas grandes veias: a **veia cava superior**, que coleta sangue sistêmico da cabeça, do tórax e dos membros superiores, e a **veia cava inferior**, que coleta sangue sistêmico de todas as estruturas inferiores ao diafragma. Em cada um dos seis módulos a seguir, a página 412 ilustra e discute as veias e suas tributárias. O termo "veia" não será repetido em cada legenda. Com frequência, o mesmo nome aplica-se tanto à artéria como à veia, que irriga ou drena uma estrutura particular ou região. Além disso, os termos "direita" e "esquerda" aparecerão nas legendas apenas quando as veias forem mostradas em ambos os lados.

Uma diferença significativa entre os sistemas arterial e venoso refere-se à distribuição das grandes veias no pescoço e nos membros. As artérias nessas áreas estão localizadas mais profundamente à pele, protegidas por ossos e por tecidos conjuntivos circundantes. Em contraste, o pescoço e os membros geralmente têm dois conjuntos de veias periféricas, uma superficial e outra profunda. Essa **drenagem venosa dupla** é importante para controlar a temperatura do corpo. Em clima quente, o sangue venoso flui através de veias superficiais, nas quais pode ocorrer a perda de calor; no tempo frio, o sangue é encaminhado para as veias profundas, para minimizar a perda de calor.

Revisão do Módulo 11.14

a. Nomeie as duas grandes veias que coletam o sangue do circuito sistêmico.

b. Identifique a maior artéria do corpo.

c. Além do fato de o sistema venoso conter valvas e o sistema arterial não as conter, cite outra importante diferença entre esses sistemas.

Os ramos do arco da aorta irrigam estruturas...

1 A aorta é uma artéria grande que é o tronco principal do sistema arterial sistêmico. Começa na base do ventrículo esquerdo do coração e está subdividida em parte ascendente da aorta, arco da aorta e parte descendente da aorta.

Início

Ramos do arco da aorta

Três artérias elásticas originam-se ao longo do arco da aorta e fornecem sangue para a cabeça, o pescoço, os ombros e os membros superiores:

O **tronco braquiocefálico** é o primeiro ramo do arco da aorta. Dirige-se superiormente por uma curta distância antes de se ramificar e formar a **artéria subclávia direita** e a **artéria carótida comum direita**.

A **artéria carótida comum esquerda**, segundo vaso que se inicia no arco da aorta, irriga o lado esquerdo da cabeça e do pescoço.

A **artéria subclávia esquerda**, terceira artéria que se origina no arco da aorta, tem o mesmo padrão de distribuição que a artéria subclávia direita.

Artéria subclávia direita

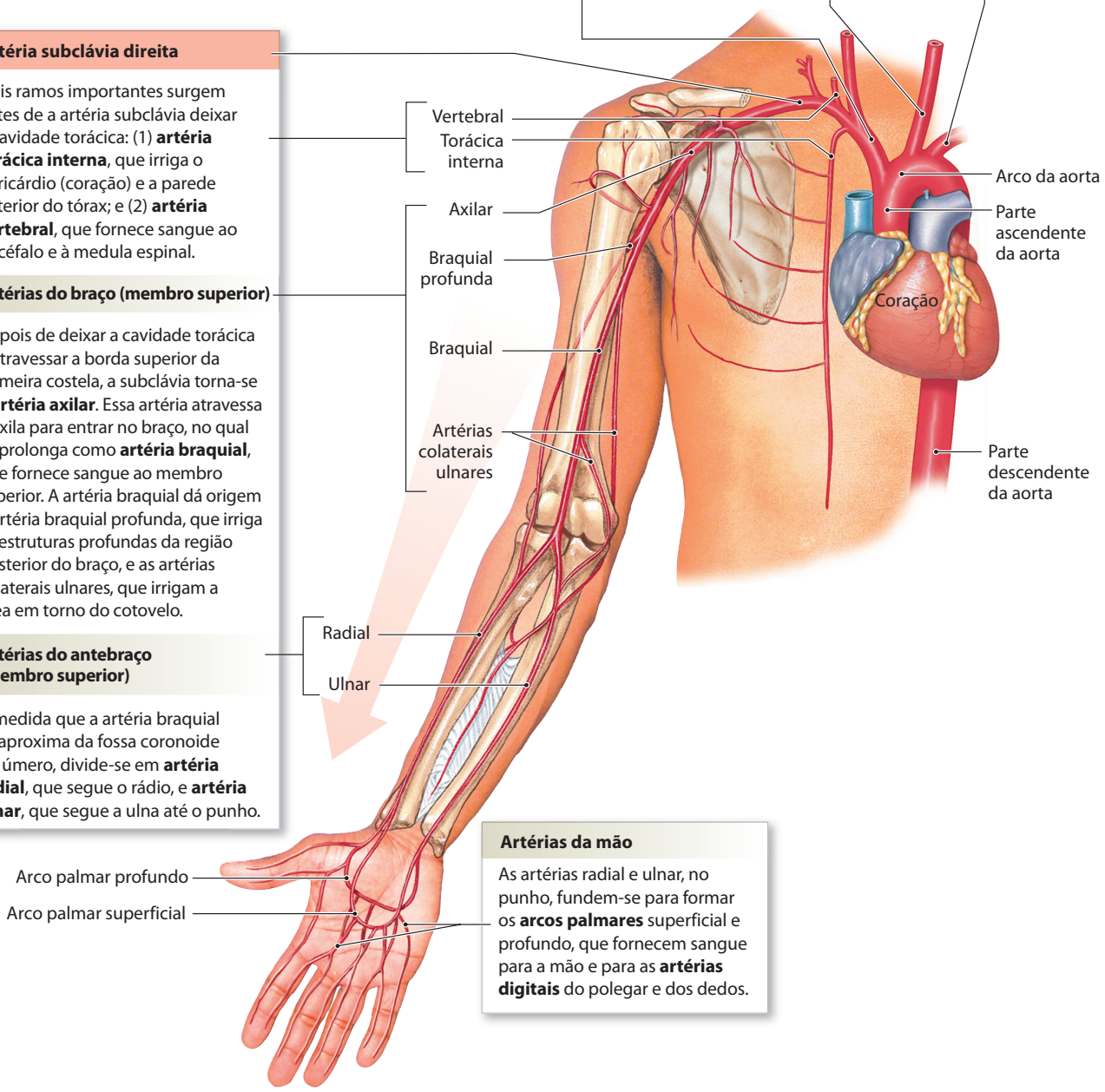
Dois ramos importantes surgem antes de a artéria subclávia deixar a cavidade torácica: (1) **artéria torácica interna**, que irriga o pericárdio (coração) e a parede anterior do tórax; e (2) **artéria vertebral**, que fornece sangue ao encéfalo e à medula espinal.

Artérias do braço (membro superior)

Depois de deixar a cavidade torácica e atravessar a borda superior da primeira costela, a subclávia torna-se a **artéria axilar**. Essa artéria atravessa a axila para entrar no braço, no qual se prolonga como **artéria braquial**, que fornece sangue ao membro superior. A artéria braquial dá origem à artéria braquial profunda, que irriga as estruturas profundas da região posterior do braço, e as artérias colaterais ulnares, que irrigam a área em torno do cotovelo.

Artérias do antebraço (membro superior)

À medida que a artéria braquial se aproxima da fossa coronoide do úmero, divide-se em **artéria radial**, que segue o rádio, e **artéria ulnar**, que segue a ulna até o punho.



Artérias da mão

As artérias radial e ulnar, no punho, fundem-se para formar os **arcos palmares** superficial e profundo, que fornecem sangue para a mão e para as **artérias digitais** do polegar e dos dedos.

... que são drenadas pela veia cava superior

2 A veia cava superior coleta sangue sistêmico da cabeça, do tórax e dos membros superiores. Observe as rotas alternativas de fluxo de sangue venoso no membro superior.

Veias do pescoço

A **veia jugular externa** drena as estruturas superficiais da cabeça e do pescoço.

A **veia vertebral** drena a medula espinal cervical e a superfície posterior do crânio.

A **veia jugular interna** drena as estruturas profundas da cabeça e do pescoço.

Veia subclávia direita

A veia cefálica tributa na veia axilar, na superfície lateral da primeira costela. Esta continua como **veia subclávia**, que adentra o tórax.

Veias do braço

A **veia basílica** tributa na **veia braquial**, que, ao penetrar na axila, se torna a **veia axilar**.

A **veia cefálica** estende-se ao longo da face lateral do braço.

Veias do antebraço

A **veia intermédia do cotovelo** interliga as veias cefálica e basílica (a intermédia do cotovelo é a veia da qual normalmente são coletadas amostras de sangue venoso).

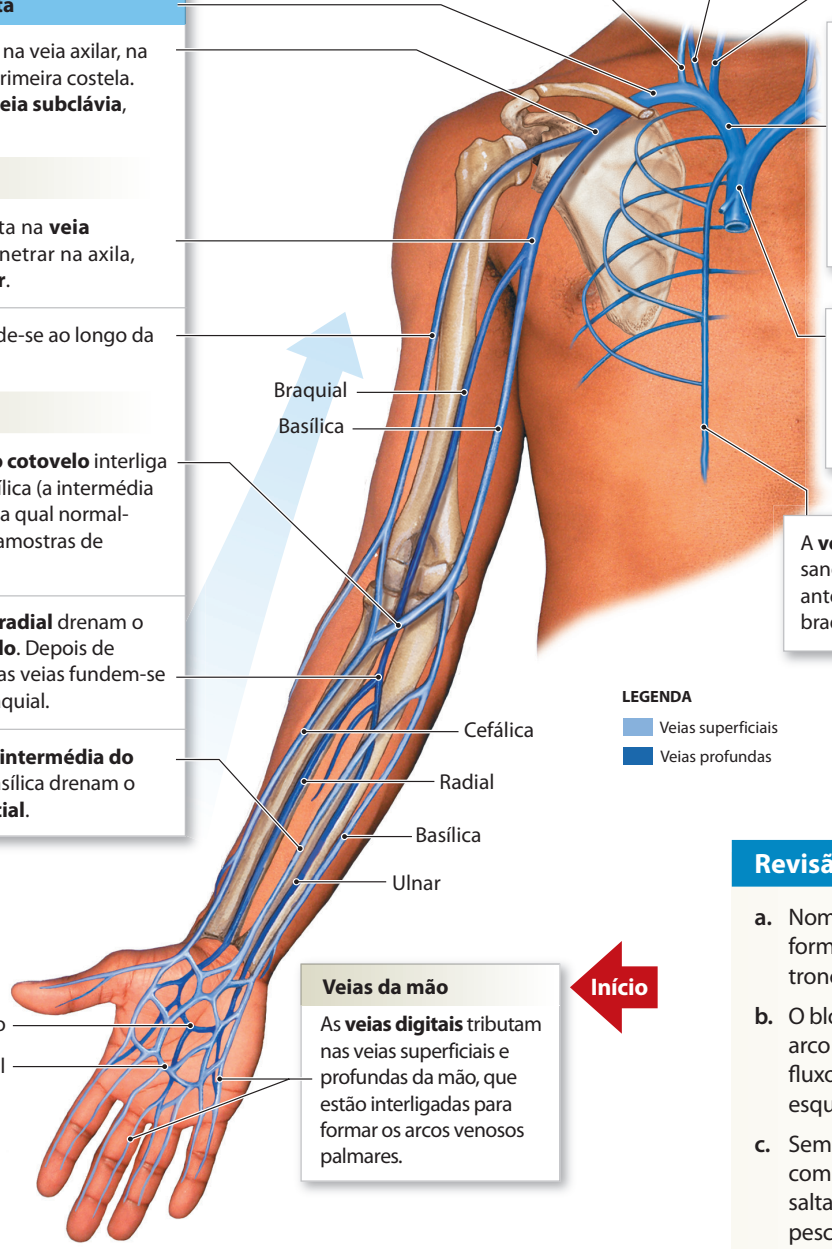
A **veia ulnar** e a **veia radial** drenam o **arco palmar profundo**. Depois de cruzar o cotovelo, essas veias fundem-se para formar a veia braquial.

A veia cefálica, a **veia intermédia do antebraço** e a veia basílica drenam o **arco palmar superficial**.

A **veia braquiocefálica** forma-se após a chegada das veias jugular interna e externa e vertebral na veia subclávia. Recebe sangue da veia torácica interna, que drena a parede anterior do tórax.

A **veia cava superior (VCS)** transporta o sangue das duas veias braquiocefálicas para o átrio direito do coração.

A **veia torácica interna** coleta sangue das veias intercostais anteriores e tributa na veia braquiocefálica.



LEGENDA
Veias superficiais
Veias profundas

Veias da mão

As **veias digitais** tributam nas veias superficiais e profundas da mão, que estão interligadas para formar os arcos venosos palmares.

Revisão do Módulo 11.15

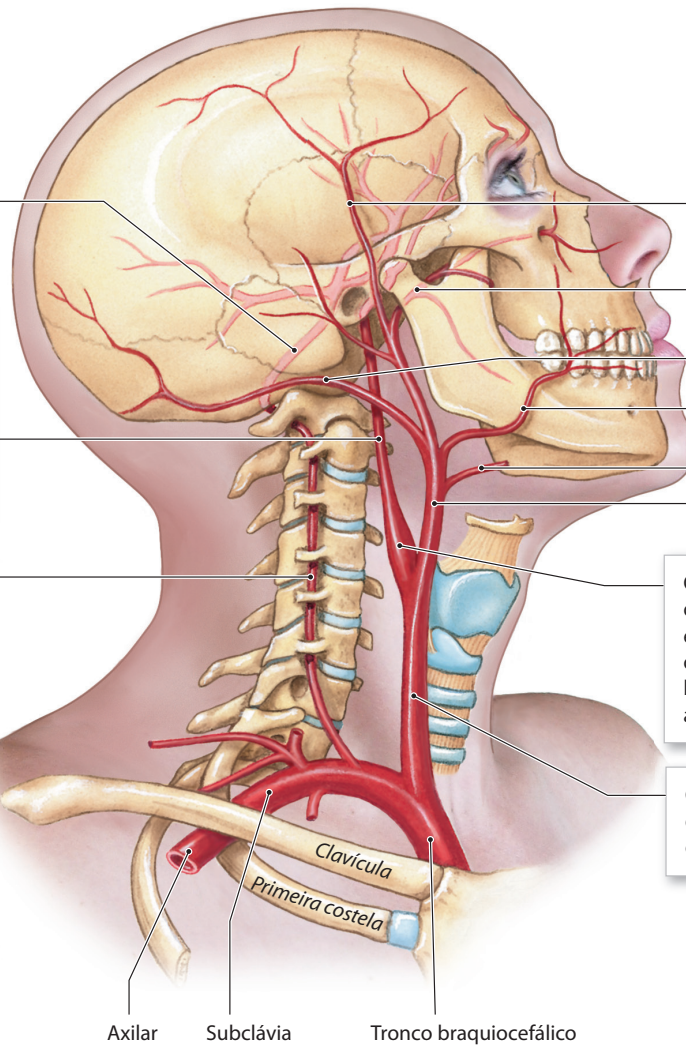
a. Nomeie as duas artérias formadas pela divisão do tronco braquiocefálico.

b. O bloqueio de qual ramo do arco da aorta interferiria no fluxo de sangue do braço esquerdo?

c. Sempre que Thiago fica com raiva, uma grande veia salta na região lateral do seu pescoço. Que veia é essa?

Os ramos da artéria carótida externa irrigam o pescoço, a mandíbula e a face, e ramos das artérias carótida interna e vertebral irrigam o encéfalo...

1 As **artérias carótidas comuns** penetram profundamente nos tecidos do pescoço e fornecem sangue para as estruturas da face, do pescoço e do encéfalo. Para localizar a artéria carótida comum, pressione suavemente o dedo ao longo de cada lado da traqueia, até que sinta um pulso forte. Detalhes do suprimento arterial do encéfalo serão abordados no Módulo 11.17.



A **artéria carótida interna** entra no crânio pelo canal carotídeo do osso temporal, fornecendo sangue para o encéfalo e para os olhos.

A **artéria vertebral** é ramo da artéria subclávia e dirige-se superiormente por dentro dos forames transversários das vértebras cervicais. As artérias vertebrais esquerda e direita entram no crânio pelo forame magno, no qual se fundem ao longo da superfície ventral e superior do bulbo para formar a **artéria basilar**.

Ramos da carótida externa

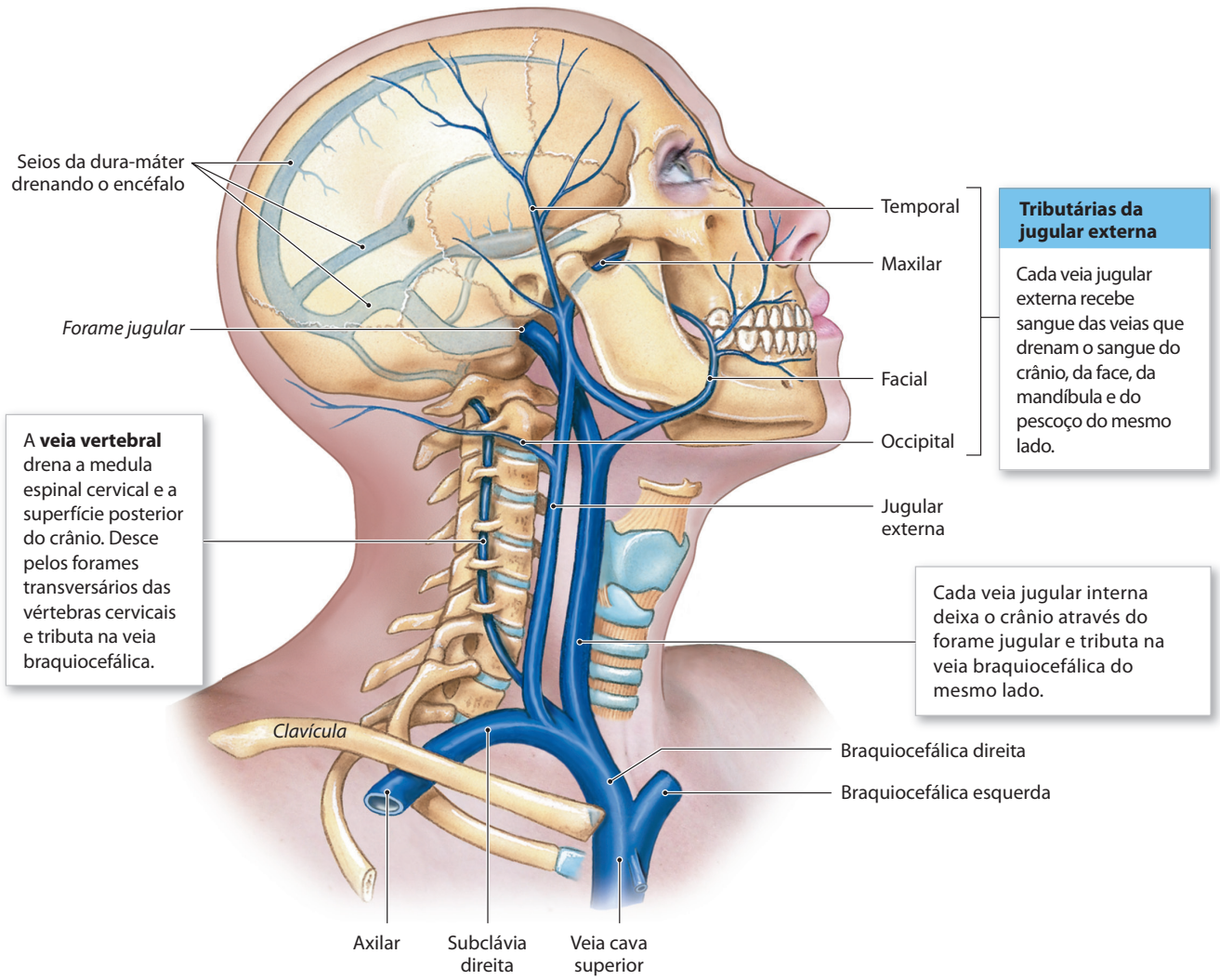
Cada **artéria carótida externa** se ramifica para irrigar o pescoço, o esôfago, a faringe, a laringe, a mandíbula, o crânio e a face do mesmo lado.

O **seio carotídeo** localiza-se na base da artéria carótida interna e pode estender-se ao longo de uma porção da carótida comum. Contém barorreceptores que monitoram a pressão arterial.

Cada **artéria carótida comum** divide-se em uma artéria carótida externa e uma artéria carótida interna.

... enquanto as veias jugulares externas drenam as regiões irrigadas pelas carótidas externas, e as veias jugulares internas drenam o encéfalo

2 As **veias jugulares externas** são formadas pelas veias retromandibular e auricular posterior, e as **veias jugulares internas** drenam o sangue dos diversos seios venosos dentro do crânio (ver Módulo 11.17 para detalhes adicionais). A veia jugular externa tributa na veia subclávia. Esta se junta com a veia jugular interna, formando a **veia braquiocefálica**, que recebe a veia vertebral como tributária.



Tributárias da jugular externa

Cada veia jugular externa recebe sangue das veias que drenam o sangue do crânio, da face, da mandíbula e do pescoço do mesmo lado.

A **veia vertebral** drena a medula espinal cervical e a superfície posterior do crânio. Desce pelos forames transversários das vértebras cervicais e tributa na veia braquiocefálica.

Cada veia jugular interna deixa o crânio através do forame jugular e tributa na veia braquiocefálica do mesmo lado.

Revisão do Módulo 11.16

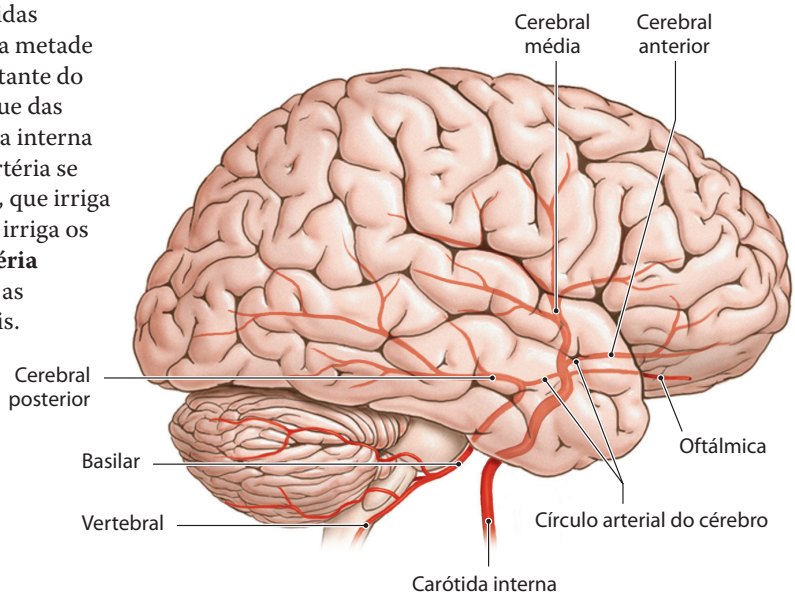
a. Nomeie a estrutura arterial na região do pescoço que contém barorreceptores.

b. Identifique os ramos da artéria carótida externa.

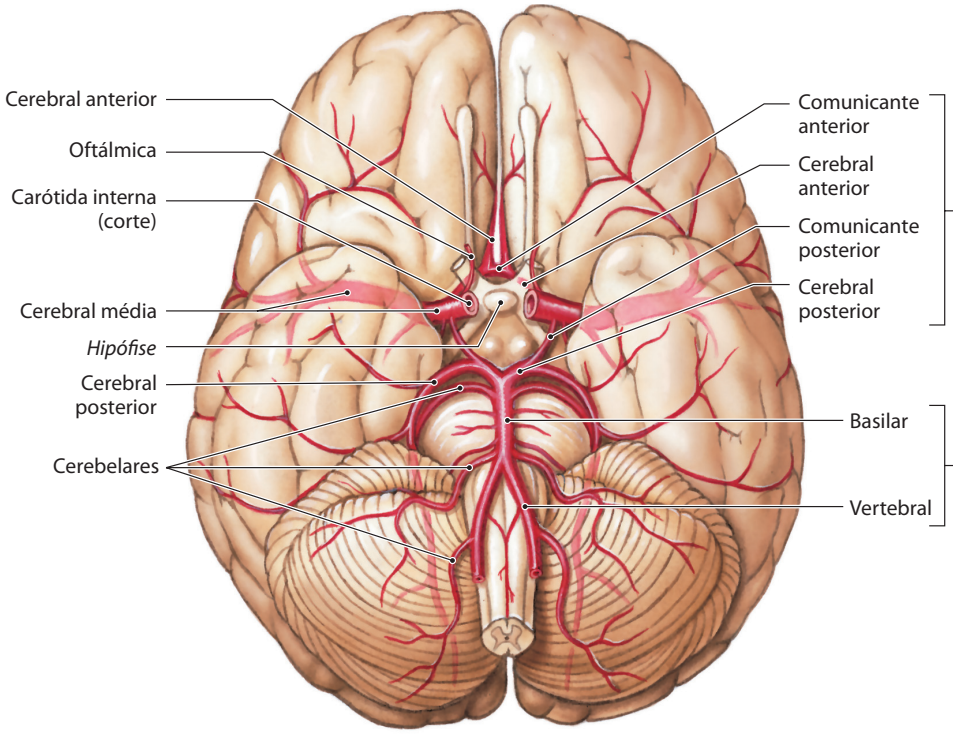
c. Identifique as veias que se anastomosam para formar a veia braquiocefálica.

As artérias carótidas internas e as artérias vertebrais irrigam o encéfalo...

1 Esta vista lateral mostra as principais artérias irrigando o encéfalo. As artérias carótidas internas normalmente emitem as artérias da metade anterior do cérebro e o mesencéfalo, e o restante do cérebro e o tronco encefálico recebem sangue das artérias vertebral e basilar. A artéria carótida interna alcança os nervos ópticos, nos quais cada artéria se divide em três ramos: (1) **artéria oftálmica**, que irriga os olhos; (2) **artéria cerebral anterior**, que irriga os lobos frontal e parietal do cérebro; e (3) **artéria cerebral média**, que irriga o mesencéfalo e as superfícies laterais dos hemisférios cerebrais.



2 As artérias carótidas internas e a artéria basilar estão interligadas em uma anastomose em forma de anel denominada **círculo arterial do cérebro (polígono de Willis)**.



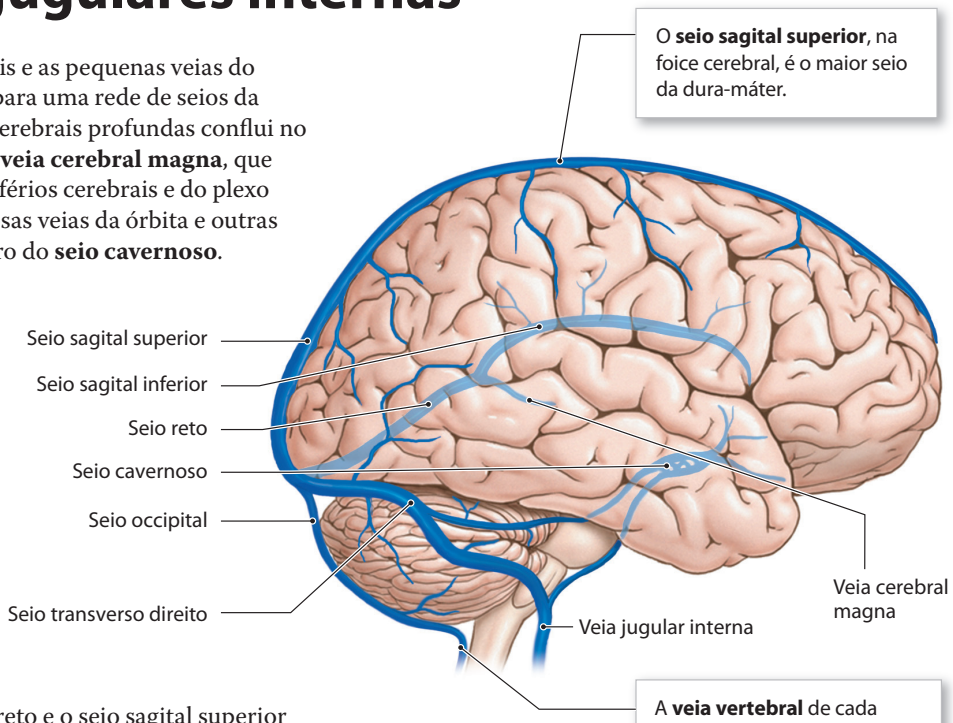
Círculo arterial do cérebro

O círculo arterial do cérebro, ou círculo ou polígono de Willis, circunda o infundíbulo da glândula hipófise. Esse arranjo reduz a probabilidade de uma interrupção grave do fluxo do sangue cerebral, porque o cérebro pode receber sangue tanto das artérias carótidas internas como vertebrais.

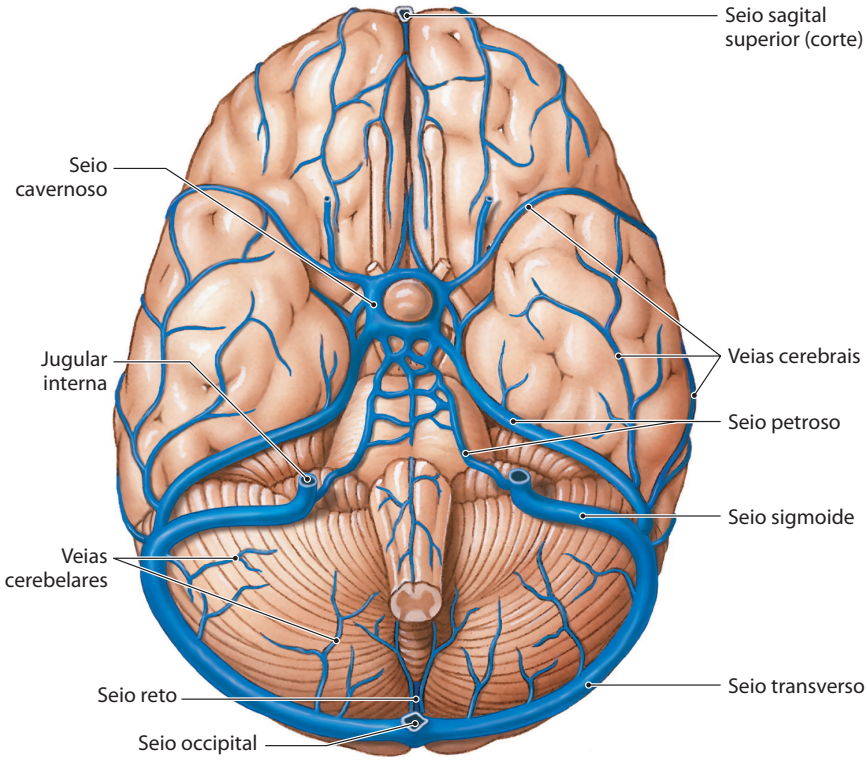
Dentro do crânio, as artérias vertebrais e a artéria basilar fornecem sangue arterial para a medula espinal, para o bulbo, para a ponte e para o cerebelo, antes de se dividir nas artérias cerebrais posteriores, que, por sua vez, se ramificam nas artérias comunicantes posteriores.

... que é drenado pelos seios da dura-máter e pelas veias jugulares internas

3 As veias cerebrais superficiais e as pequenas veias do tronco encefálico tributam para uma rede de seios da dura-máter. A maioria das veias cerebrais profundas conflui no interior do cérebro para formar a **veia cerebral magna**, que traz sangue do interior dos hemisférios cerebrais e do plexo coroide para o **seio reto**. Numerosas veias da órbita e outras veias cerebrais drenam para dentro do **seio cavernoso**.



4 Os seios transversos, o seio reto e o seio sagital superior convergem, penetram os forames jugulares e deixam o crânio, formando as veias jugulares internas.



Revisão do Módulo 11.17

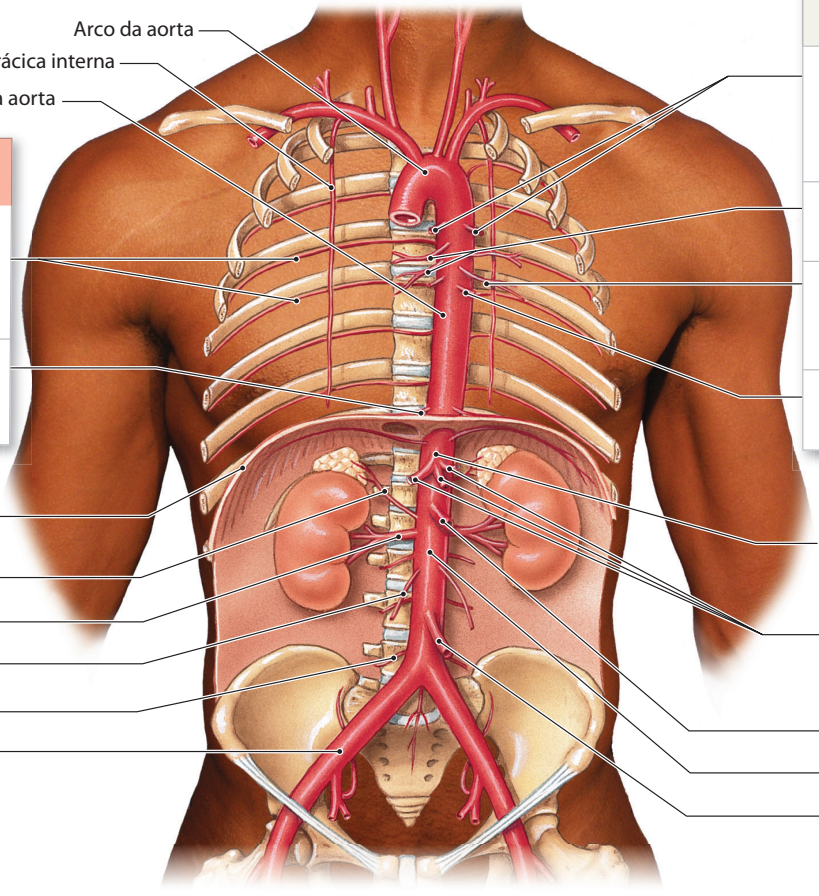
a. Nomeie as veias que drenam os seios da dura-máter do encéfalo.

b. Nomeie os três ramos da artéria carótida interna e as estruturas que eles irrigam.

c. Descreva a estrutura e a função do círculo arterial do cérebro.

As regiões irrigadas pela parte descendente da aorta...

1 A parte descendente da aorta é contínua ao arco da aorta. O diafragma divide a parte descendente da aorta em **parte torácica da aorta** superior e **parte abdominal da aorta**, inferior. Esta figura detalha os ramos da parte torácica da aorta e introduz os ramos da parte abdominal da aorta, que serão detalhados em seguida na tabela.



Ramos parietais da parte torácica da aorta

Artérias intercostais posteriores irrigam os músculos da parede torácica e a área do dorso.

Artérias frênicas superiores fornecem sangue para o diafragma.

Ramos viscerais da parte torácica da aorta

Os ramos viscerais da parte torácica da aorta irrigam os órgãos do tórax.

Artérias bronquiais irrigam os tecidos dos pulmões não envolvidos em trocas gasosas.

Ramos esofágicos irrigam o esôfago.

Ramos mediastinais irrigam os tecidos do mediastino.

Ramos pericárdicos irrigam o pericárdio.

Principais ramos pares da parte abdominal da aorta

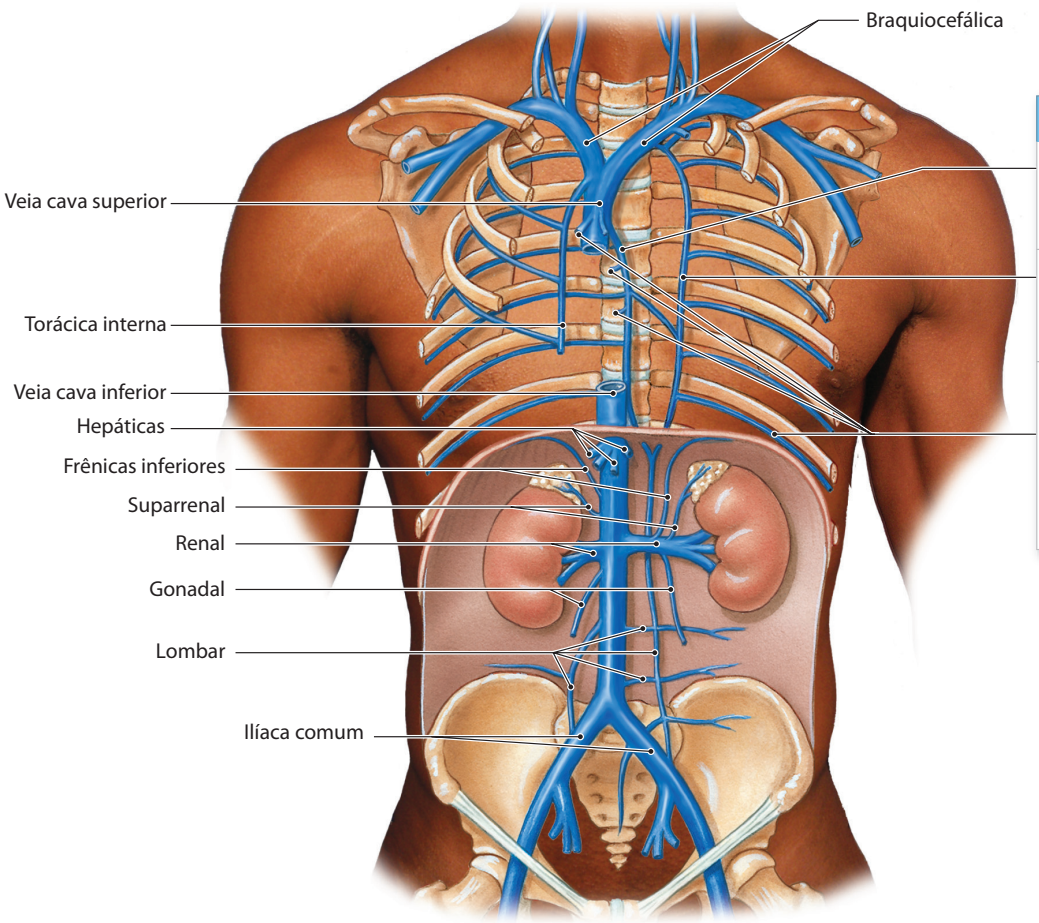
- As **artérias frênicas inferiores** irrigam o diafragma e a porção inferior do esôfago.
- As **artérias suprarrenais médias** irrigam as glândulas suprarrenais.
- As **artérias renais** são curtas e irrigam os rins.
- As **artérias gonadais** são chamadas de artérias testiculares nos homens e artérias ováricas nas mulheres.
- As pequenas **artérias lombares** irrigam as vértebras, a medula espinal e a parede abdominal.

Principais ramos ímpares da parte abdominal da aorta

- O **tronco celíaco** divide-se em três ramos que irrigam a porção inferior do esôfago, o baço, o pâncreas, o estômago, o fígado, a vesícula biliar e a porção proximal do intestino delgado.
- A **artéria mesentérica superior** irriga o pâncreas, o duodeno, o restante do intestino delgado e a maior parte do intestino grosso.
- A **artéria mesentérica inferior** irriga as porções terminais do cólon e o reto.

... são drenadas pelas veias cavas superior e inferior

2 A **veia cava superior** drena o sangue da cabeça, do pescoço, dos ombros, do tórax e dos membros superiores. Os principais vasos coletores do tórax são a **veia ázigo** e a **veia hemiázigo**. Essas veias recebem sangue das **veias intercostais posteriores**, que, por sua vez, recebem sangue proveniente dos músculos da parede do tórax; das **veias esofágicas**, que drenam o sangue da parte inferior do esôfago; das **veias bronquiais**, que drenam as vias pulmonares; das **veias mediastinais**, que drenam outras estruturas do mediastino. A **veia cava inferior** coleta a maior parte do sangue inferior ao diafragma.



Veias ázigo e hemiázigo

A veia ázigo é um importante afluente da veia cava superior.

As veias hemiázigo e hemiázigo acessória drenam para a veia ázigo.

Juntas, essas veias coletam sangue do esôfago, do mediastino, das vias pulmonares e de músculos da parede torácica.

Principais tributárias da veia cava inferior

- As **veias lombares** drenam a medula espinal e os músculos da parede do corpo.
- As **veias gonadais** (ovários ou testiculares) drenam os ovários ou os testículos.
- As **veias hepáticas** drenam os sinusoides hepáticos.
- As **veias renais** coletam o sangue dos rins.
- As **veias suprarrenais** drenam as glândulas suprarrenais.
- As **veias frênicas inferiores** drenam o diafragma.

Revisão do Módulo 11.18

a. Qual vaso drena a maior parte do sangue venoso inferior ao diafragma?

b. Identifique as principais tributárias da veia cava inferior.

c. Grace sofreu um acidente automobilístico e seu tronco celíaco rompeu-se. Quais órgãos serão afetados mais diretamente em função dessa lesão?

As vísceras irrigadas pelo tronco celíaco e pelas artérias mesentéricas...

1 A parte abdominal da aorta começa imediatamente abaixo do diafragma. Três ramos ímpares irrigam as vísceras abdominais: tronco celíaco, artéria mesentérica superior e artéria mesentérica inferior.

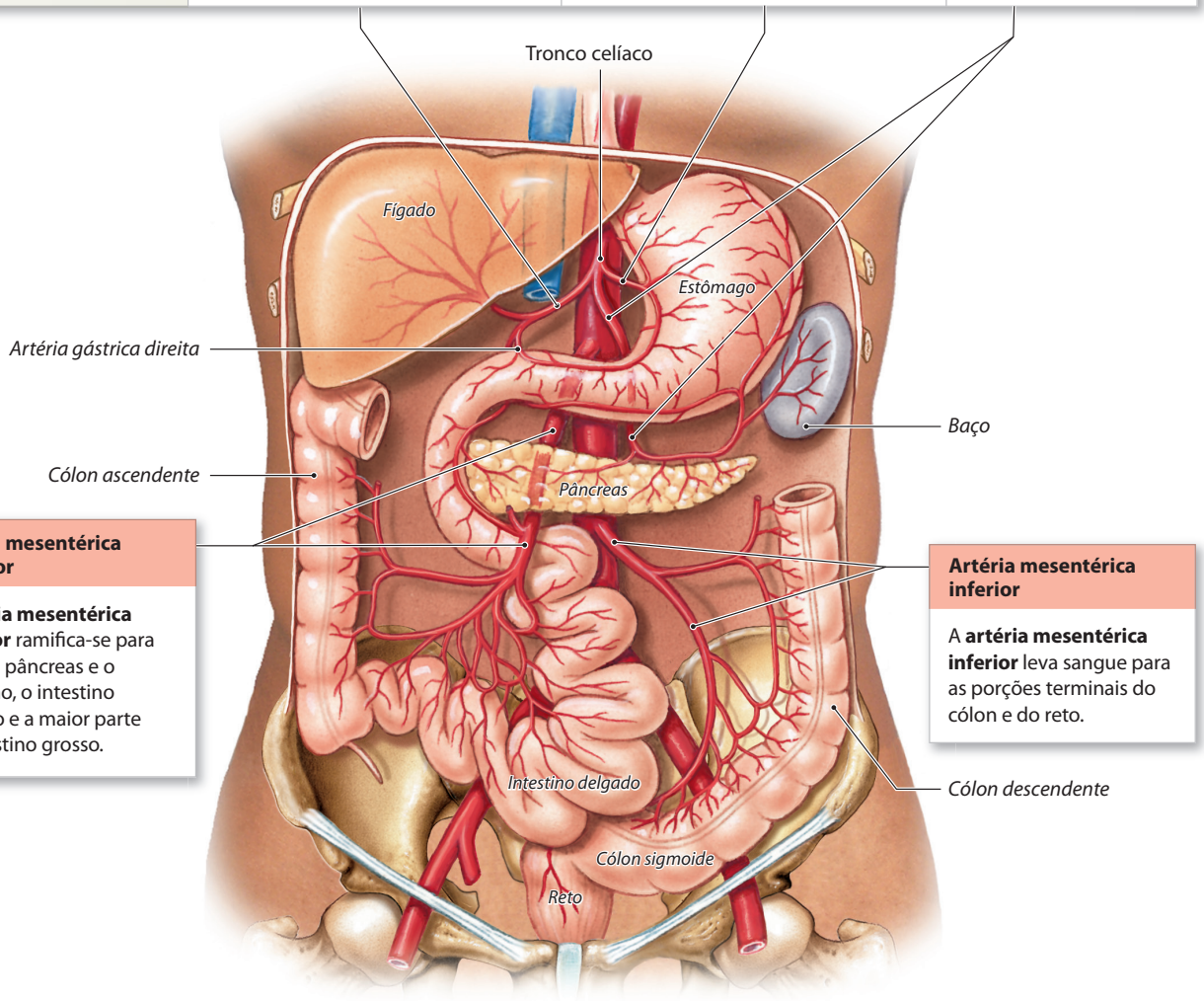
Tronco celíaco

O **tronco celíaco** ramifica-se na artéria hepática comum, artéria gástrica esquerda e artéria esplênica.

A **artéria hepática comum** ramifica-se para irrigar o fígado, o estômago, a vesícula biliar e o duodeno (o segmento proximal do intestino delgado).

A **artéria gástrica esquerda** irriga o estômago. Sua anastomose com a artéria gástrica direita garante um fornecimento de sangue contínuo para o estômago.

A **artéria esplênica** irriga o baço e ramifica-se para o estômago e o pâncreas.



Artéria mesentérica superior

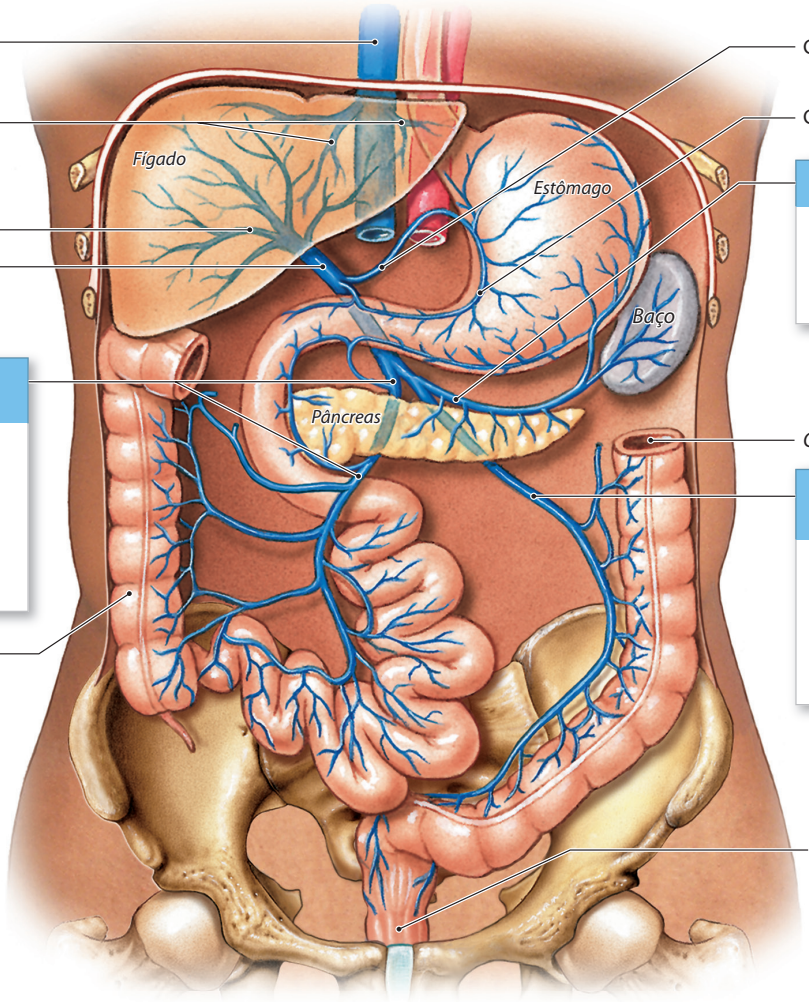
A **artéria mesentérica superior** ramifica-se para irrigar o pâncreas e o duodeno, o intestino delgado e a maior parte do intestino grosso.

Artéria mesentérica inferior

A **artéria mesentérica inferior** leva sangue para as porções terminais do cólon e do reto.

... são drenadas pelas tributárias da veia porta do fígado

2 A **veia porta do fígado** forma-se da fusão da veia mesentérica superior, mesentérica inferior e da veia esplênica. O maior volume de sangue (e a maior parte dos nutrientes) flui através da veia mesentérica superior. A veia porta do fígado recebe sangue das **veias gástricas** direita e esquerda, que drenam a margem medial do estômago, e da **veia cística**, da vesícula biliar.



Veia esplênica

A **veia esplênica** coleta sangue do estômago, do baço e do pâncreas.

Veia mesentérica superior

A **veia mesentérica superior** drena sangue do estômago, do intestino delgado e de dois terços anteriores do intestino grosso.

Veia mesentérica inferior

A **veia mesentérica inferior** drena sangue do terço posterior do intestino grosso e do reto.

Revisão do Módulo 11.19

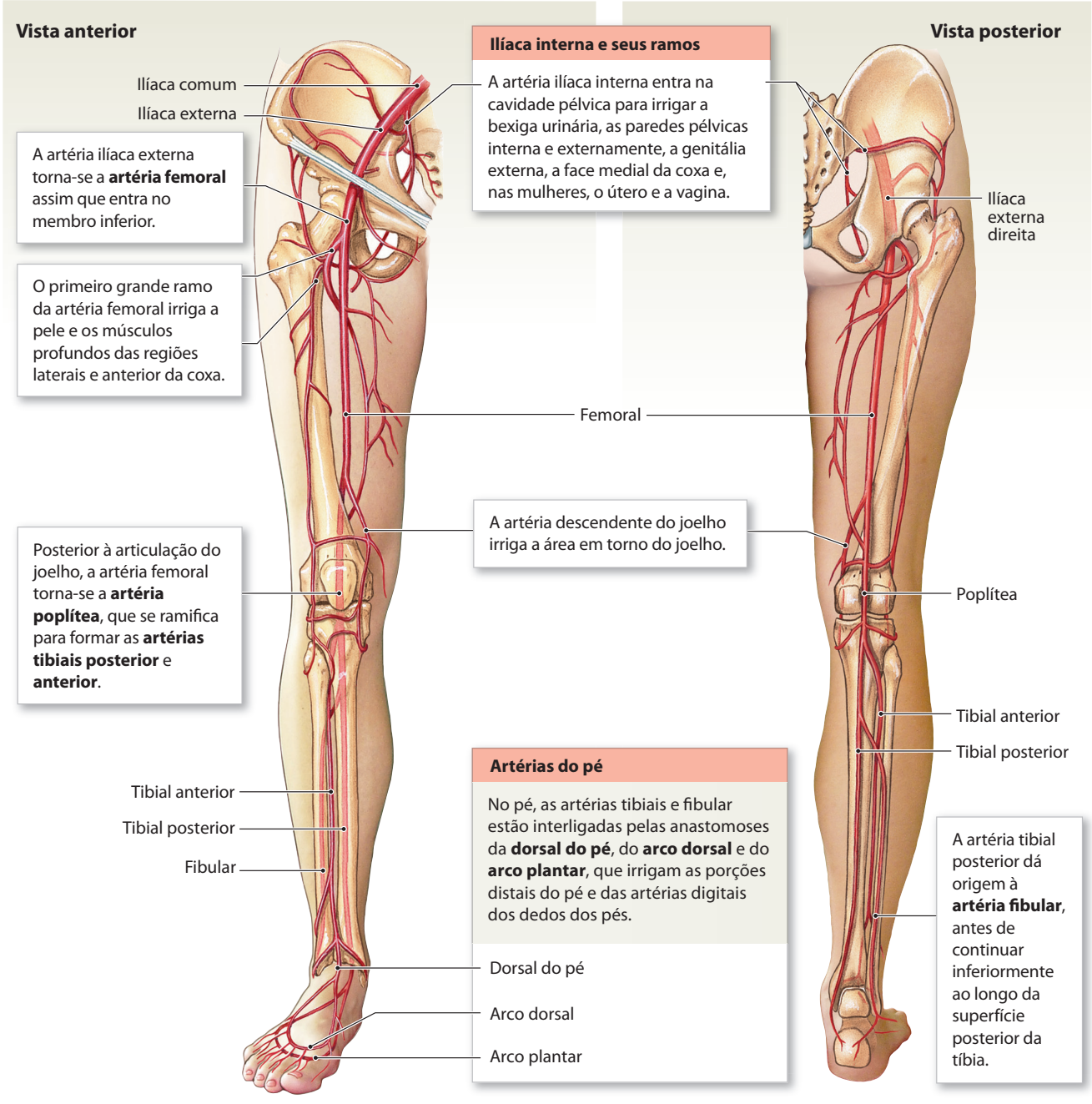
a. Liste os ramos ímpares da parte abdominal da aorta que fornecem sangue para as vísceras.

b. Identifique as veias que se fundem para formar a veia porta do fígado.

c. Identifique os ramos do tronco celíaco.

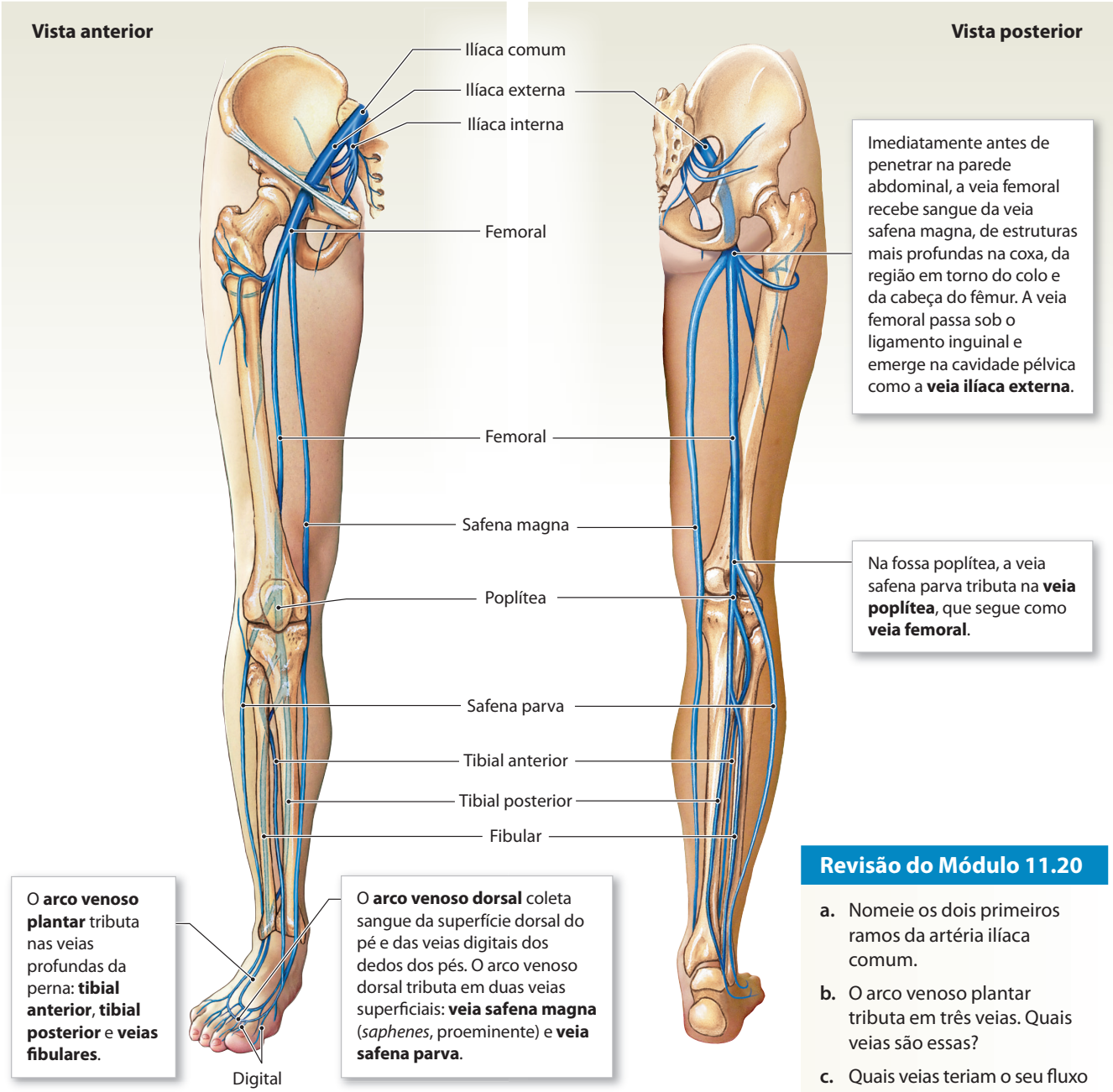
A pelve e os membros inferiores são irrigados pelos ramos das artérias ilíacas comuns...

1 Perto do nível da vértebra L IV, a parte abdominal da aorta divide-se para formar um par de artérias elásticas: **artérias ilíacas comuns direita** e **esquerda**. No nível da articulação lombossacral, cada ilíaca comum divide-se para formar uma **artéria ilíaca interna** e uma **artéria ilíaca externa**.



... e drenados pelas tributárias das veias ilíacas comuns

2 As veias ilíacas externas recebem sangue dos membros inferiores, da pelve e do abdome inferior. Assim que as veias ilíacas externas direita e esquerda cruzam a superfície interna do ílio, anastomosam-se com as veias ilíacas internas, que drenam os órgãos pélvicos. As veias glúteas, pudendo interna, obturatória e sacrais laterais são tributárias da veia ilíaca interna. A união das veias ilíacas interna e externa forma a **veia ilíaca comum**.



Revisão do Módulo 11.20

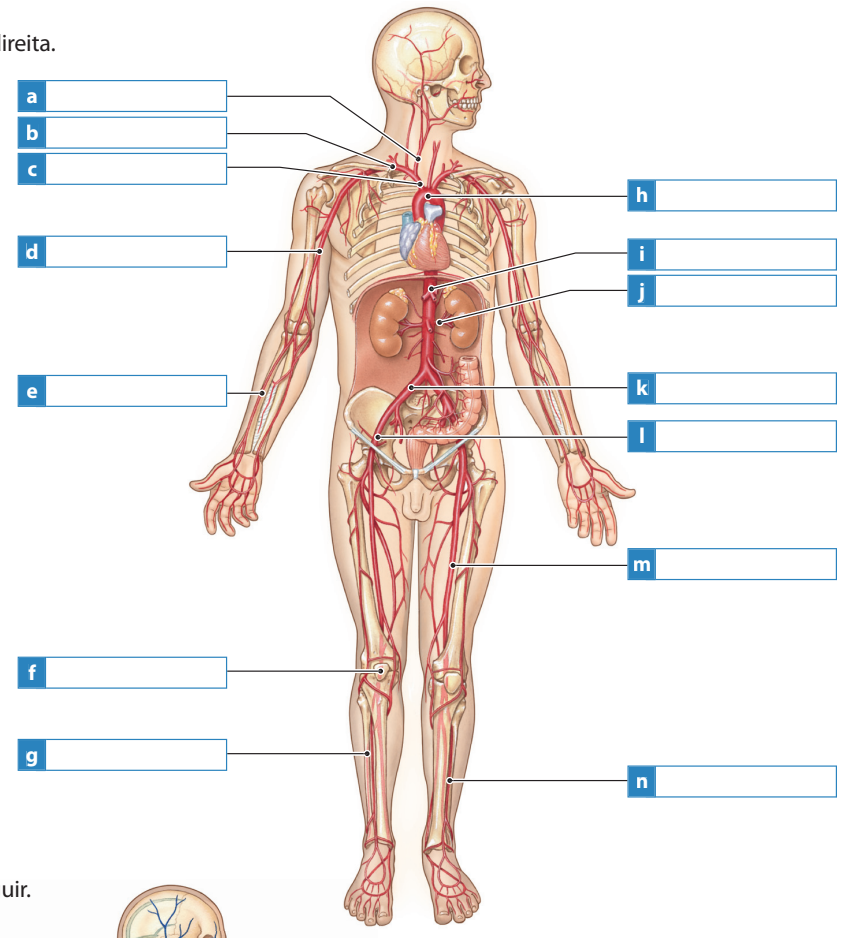
a. Nomeie os dois primeiros ramos da artéria ilíaca comum.

b. O arco venoso plantar tributa em três veias. Quais veias são essas?

c. Quais veias teriam o seu fluxo de sangue prejudicado por um coágulo de sangue que bloqueia a veia poplítea?

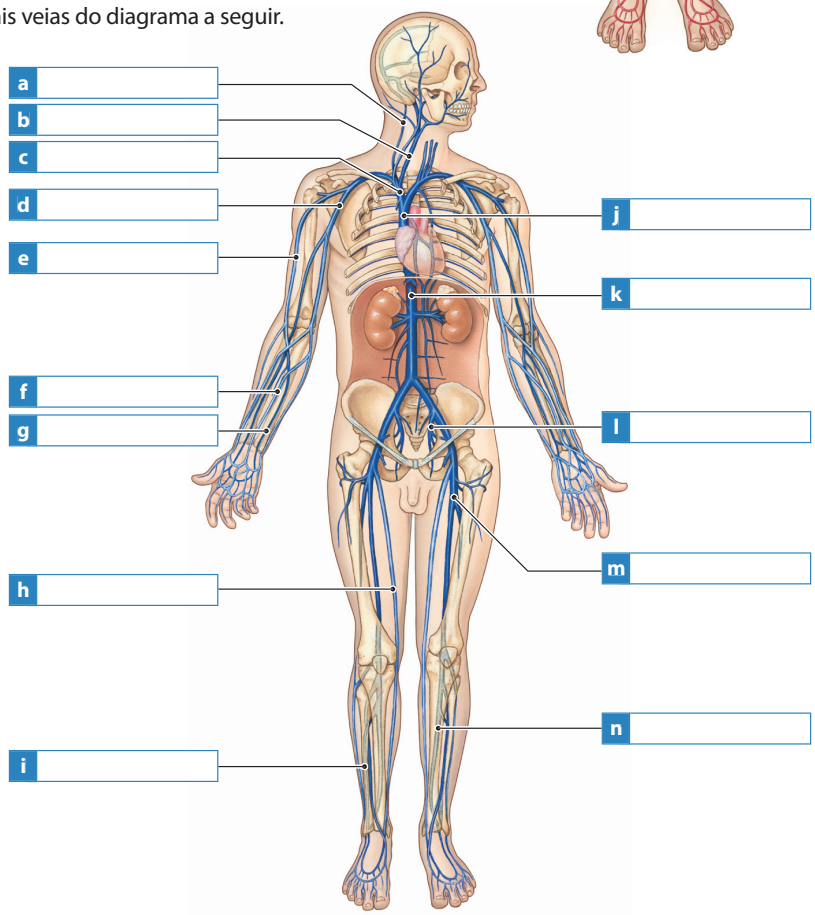
1. Criando legendas

Identifique as principais artérias do diagrama à direita.



2. Criando legendas

Identifique as principais veias do diagrama a seguir.



Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

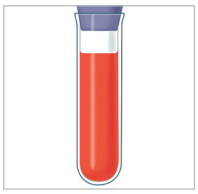
SEÇÃO 1

Sangue

- sistema cardiovascular
  - sangue
  - vasos sanguíneos
  - coração

11.1

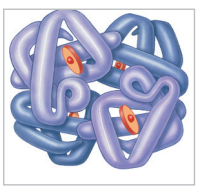
O sangue é um tecido conjuntivo fluido que contém plasma e elementos figurados



- plasma
- elementos figurados
- sangue integral
- fracionados
- hematócrito
- hematócrito (PCV)
- albuminas
- globulinas
- imunoglobulinas
- globulinas de transporte
- fibrinogênio
- fibrina
- eletrólitos
- nutrientes orgânicos
- resíduos orgânicos
- plaquetas
- glóbulos brancos
- glóbulos vermelhos

11.2

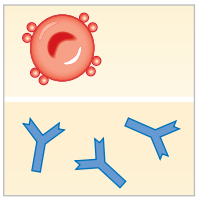
Os glóbulos vermelhos, elementos figurados mais comuns, contêm hemoglobina



- contagem dos glóbulos vermelhos
- hemoglobina (Hb)
- heme
- oxiemoglobina (HbO_2)
- desoxiemoglobina

11.3

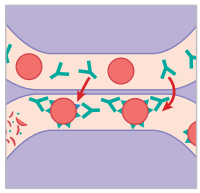
O tipo sanguíneo é determinado pela presença ou ausência de antígenos de superfície específicos nos glóbulos vermelhos



- antígenos
- resposta imune
- antígenos de superfície
- tipo sanguíneo
- anticorpos
- tipo sanguíneo A
- tipo sanguíneo B
- tipo sanguíneo AB
- receptores universais
- tipo sanguíneo O
- doadores universais
- aglutinar
- aglutinação
- hemólise
- reação cruzada
- Rh positivo (Rh^+)
- antígeno de superfície Rh
- Rh negativo (Rh^-)
- reações à transfusão
- compatíveis

11.4

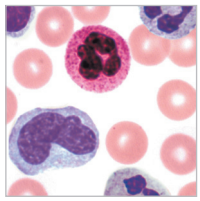
A doença hemolítica do recém-nascido é um distúrbio relacionado aos glóbulos vermelhos, causada por reação cruzada entre os tipos de sangue fetal e materno



- doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)
- sensibilização
- eritroblastose fetal

11.5

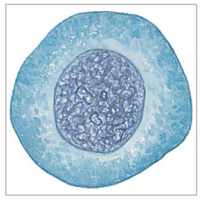
Os glóbulos brancos defendem o organismo contra patógenos, toxinas, detritos celulares e células danificadas ou anormais



- glóbulos brancos
- diapedese
- quimiotaxia positiva
- leucócitos granulares
- neutrófilos
- eosinófilos
- basófilos
- leucócitos agranulares
- monócitos
- linfócitos
- contagem diferencial

11.6

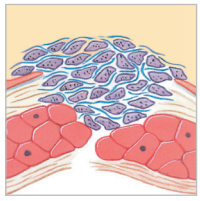
Os elementos figurados são produzidos por células-tronco derivadas de hemocitoblastos



- hematopoese
- hemocitoblastos
- células-tronco linfoides
- tecidos linfoides
- fatores estimuladores de colônias (CSF)
  - células blásticas
- células-tronco mieloides
  - células progenitoras
- bastonetes
- megacariócitos
- eritropoetina (EPO)
- hipóxia
- plaquetas

11.7

A resposta de coagulação é uma complexa cascata de eventos que reduz a perda de sangue

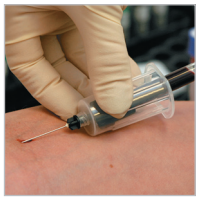


- hemostasia
- cascata
- fase vascular
- fase das plaquetas
- fase de coagulação
- coagulação
  - fibrinogênio
- fibrina
- pró-coagulantes
- êmbolo
- embolia
- infarto
- trombo
- retração do coágulo
- fibrinólise
- plasminogênio
- ativador do plasminogênio tecidual (t-PA)
- plasmina

• = *Termos em negrito neste módulo.*

11.8

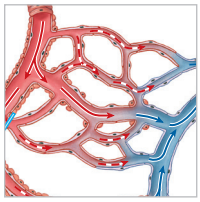
As doenças do sangue podem ser classificadas por suas origens e pelas alterações nas características do sangue



- punção venosa
- anemia por deficiência de ferro
- vitamina B_{12}
- anemia perniciosa
- vitamina K
- anemia falciforme
- traço falciforme
- hemofilia
- talassemias
- bacteremia
- viremia
- sepse
- septicemia
- malária
- leucemia
- leucemia mieloide
- leucemia linfoide
- coagulação intravascular disseminada (CID)

11.11

Os capilares fazem parte de uma rede interligada chamada leito capilar



- leito capilar
- metarteríola
- vasomotricidade
- artérias colaterais
- anastomose arterial
- esfíncter pré-capilar
- anastomose arteriovenosa

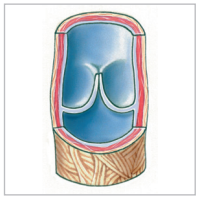
SEÇÃO 2

Anatomia funcional dos vasos sanguíneos

- circuito pulmonar
- circuito sistêmico
- artérias
- veias
- capilares
- átrio direito
- ventrículo direito
- átrio esquerdo
- ventrículo esquerdo

11.12

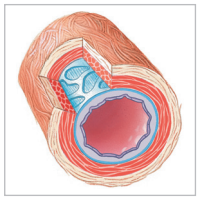
O sistema venoso tem pressões baixas e corresponde a quase dois terços do volume de sangue do corpo



- valvas
- varizes
- hemorroidas
- venoconstrição

11.9

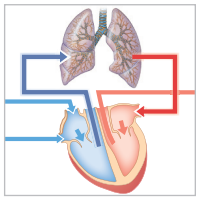
As artérias e as veias diferem na estrutura e na espessura de suas paredes



- túnica íntima
- membrana elástica interna
- túnica média
- vasoconstrição
- vasodilatação
- túnica externa
- grandes veias
- veias de tamanho médio
- vênulas
- artérias elásticas
- artérias musculares
- arteríolas
- capilares
- artérias

11.13

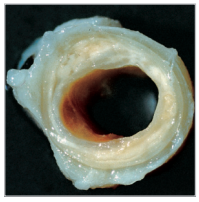
O circuito pulmonar, que é relativamente curto, leva o sangue venoso do ventrículo direito para os pulmões, e retorna o sangue oxigenado para o átrio esquerdo



- oclusão
- troncos
- tronco pulmonar
- artérias pulmonares
- arteríolas pulmonares
- capilares alveolares
- alvéolos
- veias pulmonares

11.10

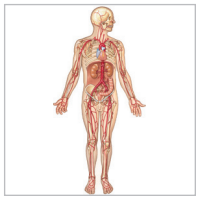
A arteriosclerose pode restringir o fluxo sanguíneo e danificar os órgãos vitais



- arteriosclerose
- aterosclerose
- placa
- angioplastia com balão

11.14

Os sistemas arterial e venoso sistêmicos distribuem-se paralelamente, e os grandes vasos muitas vezes têm nomes similares

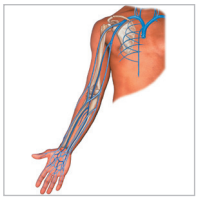


- sistema arterial
- sistema venoso
- veia cava superior
- veia cava inferior
- drenagem venosa dupla

• = *Termos em negrito neste módulo.*

11.15

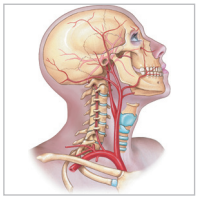
Os ramos do arco da aorta irrigam estruturas que são drenadas pela veia cava superior



- tronco braquiocefálico
- artéria subclávia direita
- artéria carótida comum direita
- artéria carótida comum esquerda
- artéria subclávia esquerda
- artéria torácica interna
- artéria vertebral
- artéria axilar
- artéria braquial
- artéria radial
- artéria ulnar
- arcos palmares
- artérias digitais
- veias digitais
- arco palmar superficial
- arco palmar profundo
- veia intermédia do antebraço
- veia radial
- veia ulnar
- veia intermédia do cotovelo
- veia cefálica
- veia axilar
- veia basílica
- veia braquial
- veia subclávia
- veia jugular externa
- veia jugular interna
- veia vertebral
- veia braquiocefálica
- veia cava superior (VCS)
- veia torácica interna

11.16

Os ramos da artéria carótida externa irrigam o pescoço, a mandíbula e a face, e ramos das artérias carótida interna e vertebral irrigam o encéfalo; enquanto as veias jugulares externas drenam as regiões irrigadas pelas carótidas externas, e as veias jugulares internas drenam o encéfalo



- artérias carótidas comuns
- artéria carótida interna
- artéria vertebral
- artéria basilar
- artéria carótida externa
- seio carotídeo
- artéria carótida comum
- veias jugulares externas
- veias jugulares internas
- veia braquiocefálica
- veia vertebral

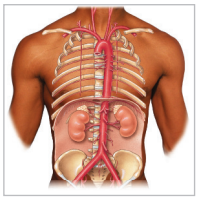
11.17

As artérias carótidas internas e as artérias vertebrais irrigam o encéfalo, que é drenado pelos seios da dura-máter e pelas veias jugulares internas

- artéria oftálmica
- artéria cerebral anterior
- artéria cerebral média
- círculo arterial do cérebro (polígono de Willis)
- veia cerebral magna
- seio reto
- seio cavernoso
- seio sagital superior
- veia vertebral

11.18

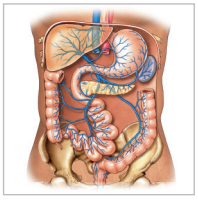
As regiões irrigadas pela parte descendente da aorta são drenadas pelas veias cavas superior e inferior



- parte torácica da aorta
- parte abdominal da aorta
- artérias intercostais posteriores
- artérias frênicas superiores
- artérias bronquiais
- ramos esofágicos
- ramos mediastinais
- ramos pericárdicos
- artérias frênicas inferiores
- artérias suprarrenais médias
- artérias renais
- artérias gonadais
- artérias lombares
- tronco celíaco
- artéria mesentérica superior
- artéria mesentérica inferior
- veia cava superior
- veia ázigo
- veia hemiázigo
- veias intercostais posteriores
- veias esofágicas
- veias bronquais
- veia cava inferior
- veias mediastinais
- veias lombares
- veias gonadais
- veias hepáticas
- veias renais
- veias suprarrenais
- veias frênicas inferiores

11.19

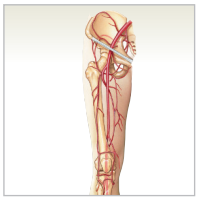
As vísceras irrigadas pelo tronco celíaco e pelas artérias mesentéricas são drenadas pelas tributárias da veia porta do fígado



- tronco celíaco
- artéria hepática comum
- artéria gástrica esquerda
- artéria esplênica
- artéria mesentérica superior
- veias gástricas
- veia cística
- artéria mesentérica inferior
- veia porta do fígado
- veia esplênica
- veia mesentérica superior
- veia mesentérica inferior

11.20

A pelve e os membros inferiores são irrigados pelos ramos das artérias ilíacas comuns e drenados pelas tributárias das veias ilíacas comuns



- artéria ilíaca comum direita
- artéria ilíaca comum esquerda
- artéria ilíaca interna
- artéria ilíaca externa
- artéria femoral
- artéria poplítea
- artéria tibial posterior
- artéria tibial anterior
- dorsal do pé
- arco dorsal
- arco plantar
- artéria fibular
- veia ilíaca comum
- arco venoso plantar
- veia tibial anterior
- veia tibial posterior
- veias fibulares
- arco venoso dorsal
- veia safena magna
- veia safena parva
- veia ilíaca externa
- veia poplítea
- veia femoral

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Psicólogo

A PROFISSÃO

A principal função da Psicologia é analisar e observar atitudes, sentimentos, condições mentais e comportamentos do paciente, identificando problemas e sugerindo soluções. O profissional também é apto a diagnosticar, prevenir e tratar doenças mentais, distúrbios emocionais e de personalidade, em trabalho conjunto com o médico psiquiatra.

O trabalho pode ser desempenhado em ambientes variados, desde consultórios até o departamento de recursos humanos de grandes empresas.

A compreensão dos processos emocionais, comportamentais e mentais do ser humano está vinculada ao conhecimento adquirido com as ciências básicas, como a Fisiologia, a Anatomia, a Genética e a Bioquímica. Por isso, essas disciplinas costumam ser dadas já nos primeiros semestres da graduação, servindo de base para o que será estudado posteriormente.

Saiba mais

Conselho Federal de Psicologia – http://site.cfp.org.br

Conselho Regional de Psicologia/SP – www.crpsp.org.br

Conselho Regional de Psicologia/RS – www.crprs.org.br

Essa carreira é ideal para você? O psicólogo, principalmente o que opta pela prática clínica, deve ser um profissional extremamente compreensivo e paciente, sempre aberto a ouvir os outros, em várias situações diferentes. Faça jus à confiança que o paciente terá em você.

Formação A grande maioria dos cursos dura cinco anos, iniciando-se com matérias da área da saúde, como Neurologia, Histologia, Genética e Embriologia, além de Anatomia e Fisiologia, mescladas a introduções a várias vertentes das ciências humanas, como Sociologia e Antropologia.

Mas antes mesmo do final do primeiro ano, o curso já é tomado pelas disciplinas específicas da Psicologia, bastante abrangentes. Estudam-se várias linhas de pensamento da profissão, por meio de seus mais importantes teóricos, como Sigmund Freud e Melanie Klein, além da história da Psicologia como um todo.

As áreas mais importantes da Psicologia também são temas de disciplinas: psicologia clínica, escolar, familiar, organizacional e social, psicanálise, psicologia do trabalho, aprendizagem, entre outras. Temas de Etologia (o estudo do comportamento dos animais) estão presentes nas grades curriculares de várias instituições. Desde o início da graduação, os alunos são incentivados a ingressar na carreira acadêmica, por meio de disciplinas introdutórias à pesquisa e iniciações científicas.

As graduações normais não costumam oferecer aprofundamento maior em áreas específicas. Para maior sucesso profissional, é importante fazer cursos de especialização no ramo de sua opção.

Remuneração média Os pisos salariais da profissão são negociados pelos sindicatos de cada estado. Em 2014, os valores vigentes em São Paulo eram de R$ 1.931,99 para a capital e R$ 1.770,88 para o interior e litoral. Os salários aumentam muito de acordo com a evolução profissional. O chefe do setor de recursos humanos de uma grande empresa pode ganhar até dez vezes mais que esse piso.

O registro no Conselho Regional de seu estado é obrigatório para o exercício profissional e para quem opta por abrir sua clínica própria. Neste caso, também é preciso registrar o estabelecimento na prefeitura de sua cidade. Não há tabela de preços para cada sessão nem duração determinada – ambos ficam a critério do profissional, de acordo com as condições de cada paciente. Em São Paulo, o valor médio cobrado por sessão em 2014 era de R$ 122,00, segundo o Conselho Regional do estado.

Perspectivas profissionais Poucas áreas oferecem uma gama tão ampla de colocações como a Psicologia. A mais difundida é a clínica, seja em consultório próprio ou integrando-se ao corpo profissional de clínicas multidisciplinares ou hospitais. Nos estabelecimentos de saúde, é possível fazer o acompanhamento de pacientes internados, além de assistir suas famílias.

Outro promissor ramo é o educacional, que aborda desde a solução de problemas de aprendizagem, fazendo uma ponte entre alunos, pais e educadores, até a orientação profissional.

O mundo corporativo, por sua vez, precisa de psicólogos em várias frentes, sobretudo nos setores de recursos humanos, selecionando e acompanhando os funcionários contratados. Várias empresas oferecem auxílio psicológico a seus trabalhadores, em especial aos que lidam diretamente com riscos e pressões. Também é possível atuar em pesquisa de mercado, traçando perfis psicológicos de consumidores.

Fontes consultadas:

Grade horária do curso de Psicologia Clínica da UFRJ. Disponível em: <http://psicologia.ufrj.br/images/clinica%20primeiro.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Grade horária do curso de Psicologia da USP. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=47&codcur=47011&codhab=100&tipo=N>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 11 – Questões de revisão

1. Relacione as diferenças anatômicas entre artérias e veias em relação às suas funções.
2. Durante uma corrida, o que acontece com o músculo liso que reveste as arteríolas?
3. Qual é o papel do sangue na estabilização e na manutenção da temperatura corporal?
4. Descreva algumas características celulares de um glóbulo vermelho que podem limitá-lo a uma vida útil bastante curta.
5. Por que o fluxo de sangue para o cérebro é relativamente contínuo e constante?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

12

Coração e função cardiovascular

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem a seguir correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Estrutura do coração

12.1 Descrever a estrutura do pericárdio e explicar suas funções; identificar as camadas da parede do coração e descrever as estruturas e as funções do músculo cardíaco.

12.2 Descrever a localização e as características gerais do coração.

12.3 Descrever os principais vasos sanguíneos que irrigam o coração e citar suas localizações.

12.4 Descrever o trajeto do fluxo sanguíneo através do coração, identificando os principais vasos sanguíneos, as câmaras e as valvas cardíacas.

12.5 **MÓDULO CLÍNICO** Identificar as doenças cardíacas que podem prejudicar o funcionamento do coração ou das valvas cardíacas e descrever os sons cardíacos característicos.

SEÇÃO 2 • Ciclo cardíaco

12.6 Explicar os eventos do ciclo cardíaco, incluindo a sístole e a diástole atrial e ventricular, e descrever os componentes e as funções do sistema de condução do coração.

12.7 Explicar a relação entre a inervação simpática e a parassimpática no controle da frequência cardíaca, e descrever os eventos cardíacos em um ECG.

12.8 Definir débito cardíaco e descrever os fatores que influenciam na frequência cardíaca e no volume sistólico.

SEÇÃO 3 • Coordenação entre débito cardíaco e fluxo sanguíneo periférico

12.9 Descrever os fatores que determinam o fluxo sanguíneo e explicar as funções da difusão, da filtragem e da reabsorção nas trocas bioquímicas que ocorrem no nível dos capilares.

12.10 Explicar a regulação central, a autorregulação e os reflexos de barorreceptores em resposta às alterações na pressão sanguínea.

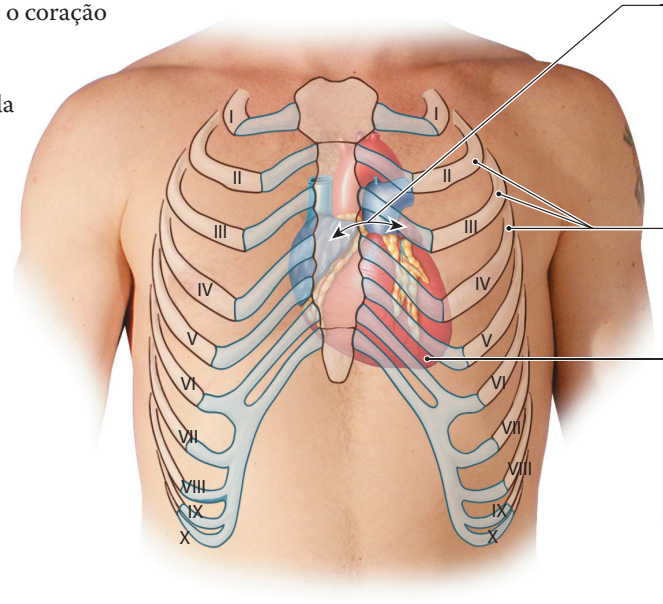
12.11 Explicar a regulação hormonal da pressão arterial e do volume sanguíneo.

12.12 Explicar como o sistema circulatório responde às exigências da atividade física.

12.13 **MÓDULO CLÍNICO** Identificar os eventos elétricos associados a um eletrocardiograma (ECG) anormal.

Estrutura do coração

1 O coração está localizado próximo à parede anterior do tórax, imediatamente posterior ao esterno. Uma seção sagital mediana do corpo não divide o coração em duas metades iguais, porque o centro se encontra ligeiramente à esquerda da linha média. Todo o coração está voltado para a esquerda, de modo que o átrio e o ventrículo direitos ocupam a maior parte da vista anterior.

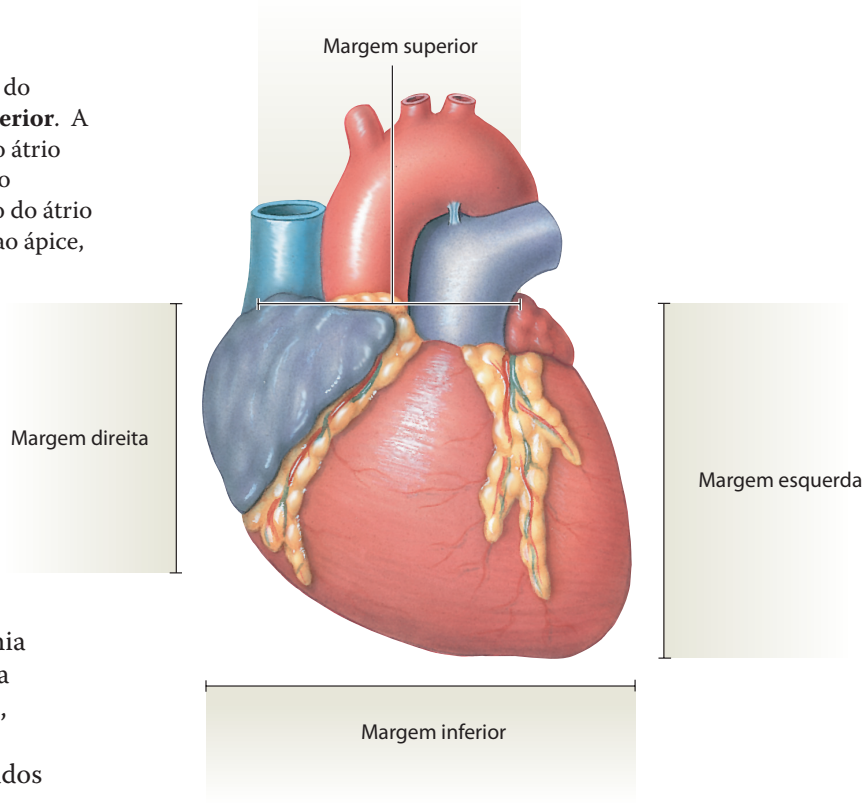


A **base** do coração está na face superior, na qual se conectam os grandes vasos (veias e artérias). A base acomoda-se posteriormente ao esterno, no nível da terceira cartilagem costal, centrada cerca de 1,2 cm para o lado esquerdo.

Costelas

O **ápice** é a ponta do coração, localizada inferiormente. Um coração adulto típico mede cerca de 12,5 cm da base ao ápice, que ocupa o quinto espaço intercostal, aproximadamente 7,5 cm, à esquerda da linha média.

2 Esta vista anterior mostra as margens do coração. A base forma a **margem superior**. A **margem direita** do coração é formada pelo átrio direito; a **margem esquerda** é formada pelo ventrículo esquerdo e uma pequena porção do átrio esquerdo. A margem esquerda estende-se ao ápice, no qual encontra a margem inferior. A **margem inferior** é formada principalmente pela parede inferior do ventrículo direito.

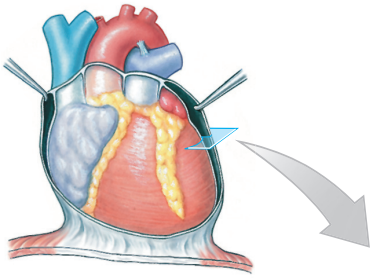


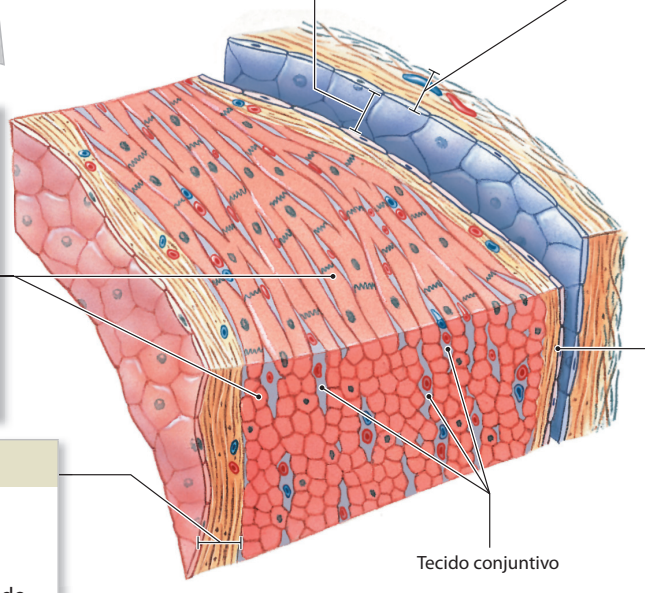
Nesta seção, vamos examinar a anatomia do coração. Depois, vamos considerar a regulação da função cardíaca (Seção 2), antes de explorar como a atividade cardíaca e o fluxo sanguíneo são regulados sob diferentes condições (Seção 3).

12.1

A parede do coração contém camadas concêntricas de tecido muscular cardíaco

1 Esta vista mostra uma seção da parede do coração e do pericárdio circundante. A parede cardíaca contém três camadas: epicárdio, miocárdio e endocárdio.





Miocárdio

O **miocárdio**, ou parede muscular do coração, forma os átrios (câmaras superiores) e ventrículos (câmaras inferiores). Essa camada intermediária consiste em camadas concêntricas de tecido muscular cardíaco. O miocárdio também contém vasos sanguíneos e nervos.

Endocárdio

As superfícies internas do coração, incluindo as valvas cardíacas, são revestidas pelo **endocárdio**, um epitélio escamoso simples, com tecido areolar subjacente.

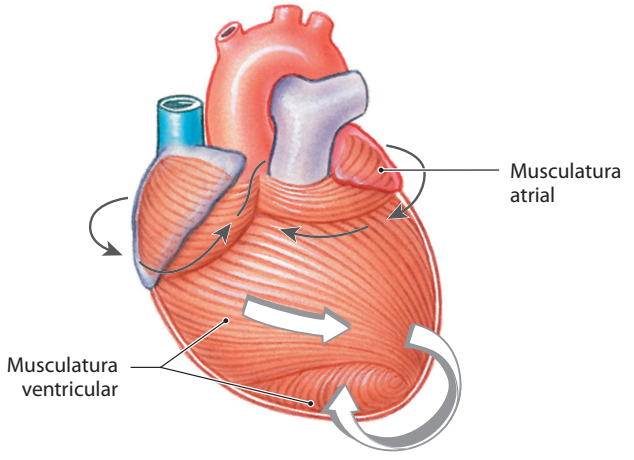
Pericárdio parietal

O **pericárdio parietal** é a membrana serosa que forma a parede externa da cavidade pericárdica. O pericárdio parietal é reforçado por uma camada fibrosa; juntos eles formam o **pericárdio** que envolve o coração.

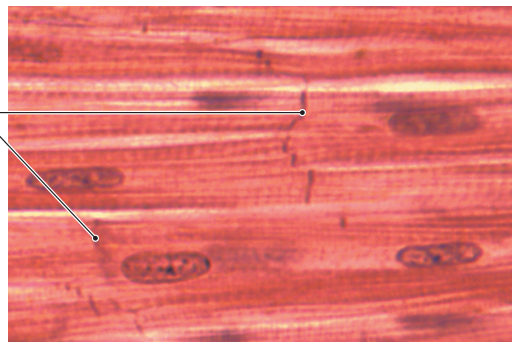
Epicárdio

O **epicárdio**, ou **pericárdio visceral**, reveste a superfície externa do coração. Essa membrana serosa está intimamente ligada ao miocárdio.

2 O miocárdio atrial contém feixes musculares cuja conformação lembra o número oito, circundando os grandes vasos da base do coração. Músculos ventriculares superficiais também parecem envolver as cavidades ventriculares e as camadas mais profundas descrevem espirais em torno das cavidades ventriculares e entre elas, em direção ao ápice em um padrão similar, em forma de oito.



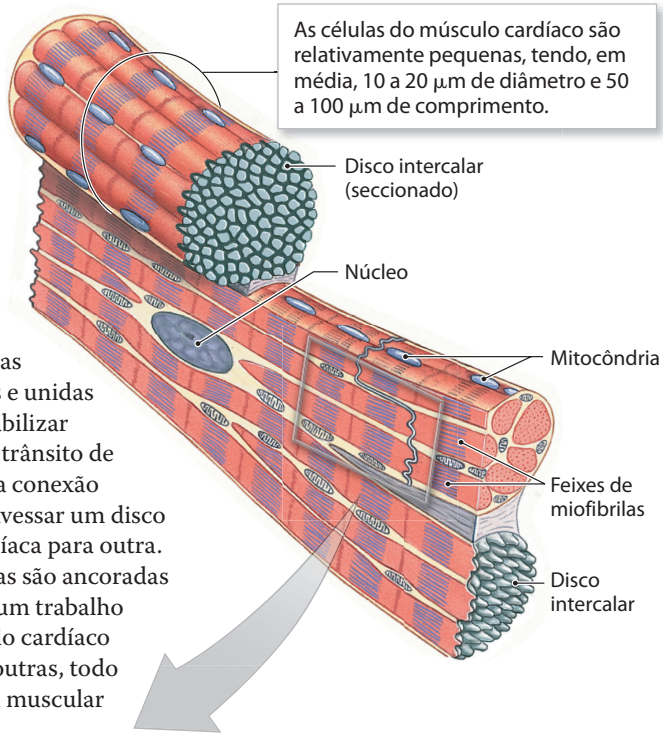
3 Esta micrografia de luz mostra as características histológicas que diferenciam o tecido muscular cardíaco do tecido muscular esquelético: células de tamanho menor, com um único núcleo, localizado centralmente, apresentando interconexões ramificadas entre as células e as conexões intercelulares especializadas.



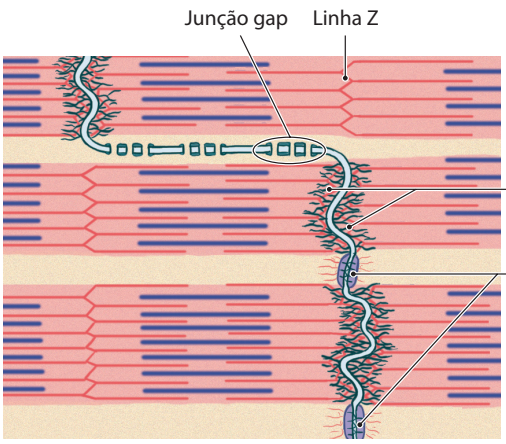
Cada célula do músculo cardíaco está ligada a várias outras em sítios especializados conhecidos como **discos intercalares**.

Tecido muscular cardíaco LM × 575

4 As células musculares cardíacas são encontradas apenas no coração. Assim como as fibras do músculo esquelético. A células do músculo cardíaco contêm miofibrilas organizadas. A presença de muitos sarcômeros alinhados confere às células uma aparência estriada. Dependem quase totalmente do metabolismo aeróbico para obter a energia que necessitam para continuar realizando contrações. O sarcoplasma de uma célula muscular cardíaca contém grande número de mitocôndrias e reservas abundantes de mioglobina que armazenam oxigênio. Como essas células são metabolicamente muito ativas e têm alta demanda por oxigênio e nutrientes, os tecidos musculares cardíacos são ricamente supridos por capilares.



5 Em um disco intercalar, as membranas plasmáticas de duas células do músculo cardíaco adjacentes estão interligadas e unidas por junções gap e desmossomos. Essas conexões ajudam a estabilizar as posições das células adjacentes. As junções gap permitem o trânsito de íons e pequenas moléculas de uma célula a outra. Isso cria uma conexão elétrica direta entre as células. Um potencial de ação pode atravessar um disco intercalar, passando rapidamente de uma célula muscular cardíaca para outra. As miofibrilas de células musculares adjacentes interconectadas são ancoradas firmemente à membrana no disco intercalar e podem realizar um trabalho conjunto com a máxima eficiência. Como as células do músculo cardíaco estão mecânica, química e eletricamente conectadas umas às outras, todo o tecido funciona coordenadamente, como se fosse uma célula muscular única e enorme.



Disco intercalar

As linhas Z fazem limite com as membranas celulares, bilateralmente

Desmossomos

Revisão do Módulo 12.1

a. Cite as camadas da parede cardíaca, em ordem, da mais superficial à mais profunda.

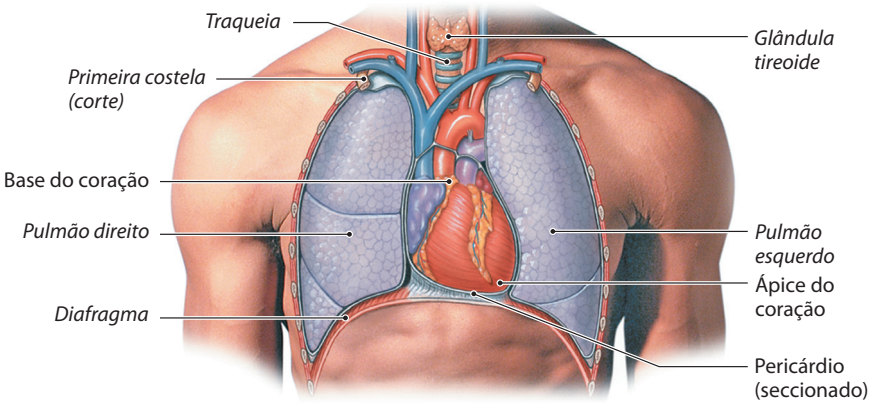
b. Descreva a membrana serosa que reveste a cavidade do pericárdio.

c. Por que é importante que o tecido cardíaco seja ricamente suprido por mitocôndrias e capilares?

12.2

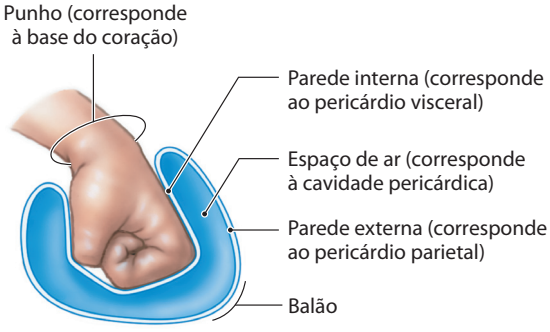
O coração está suspenso no interior da cavidade pericárdica; as margens das câmaras internas são visíveis na superfície externa

1 Esta vista anterior mostra a posição e a orientação do coração em relação aos grandes vasos e às costelas, ao esterno e aos pulmões. O coração, circundado pelo pericárdio, acomoda-se na porção anterior do **mediastino**, região entre as duas cavidades pleurais (entre os dois pulmões). O mediastino também contém vasos sanguíneos, além de conter o timo, o esôfago e a traqueia.

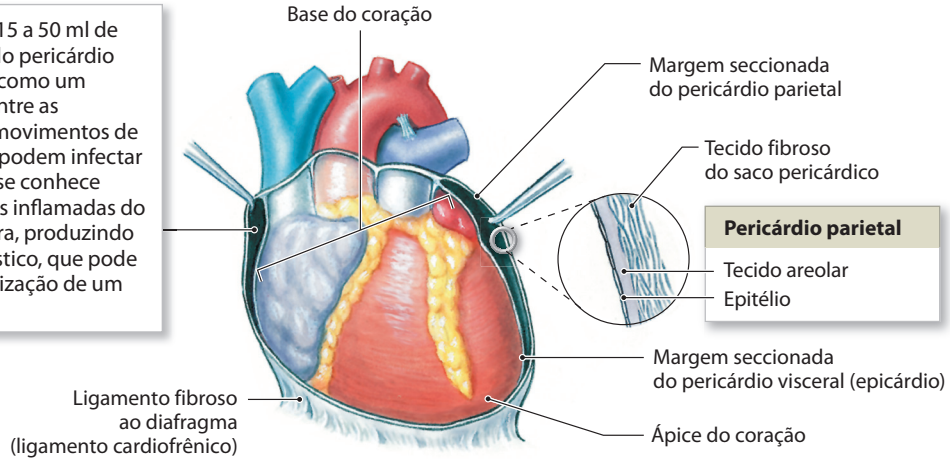


Vista anterior da cavidade torácica

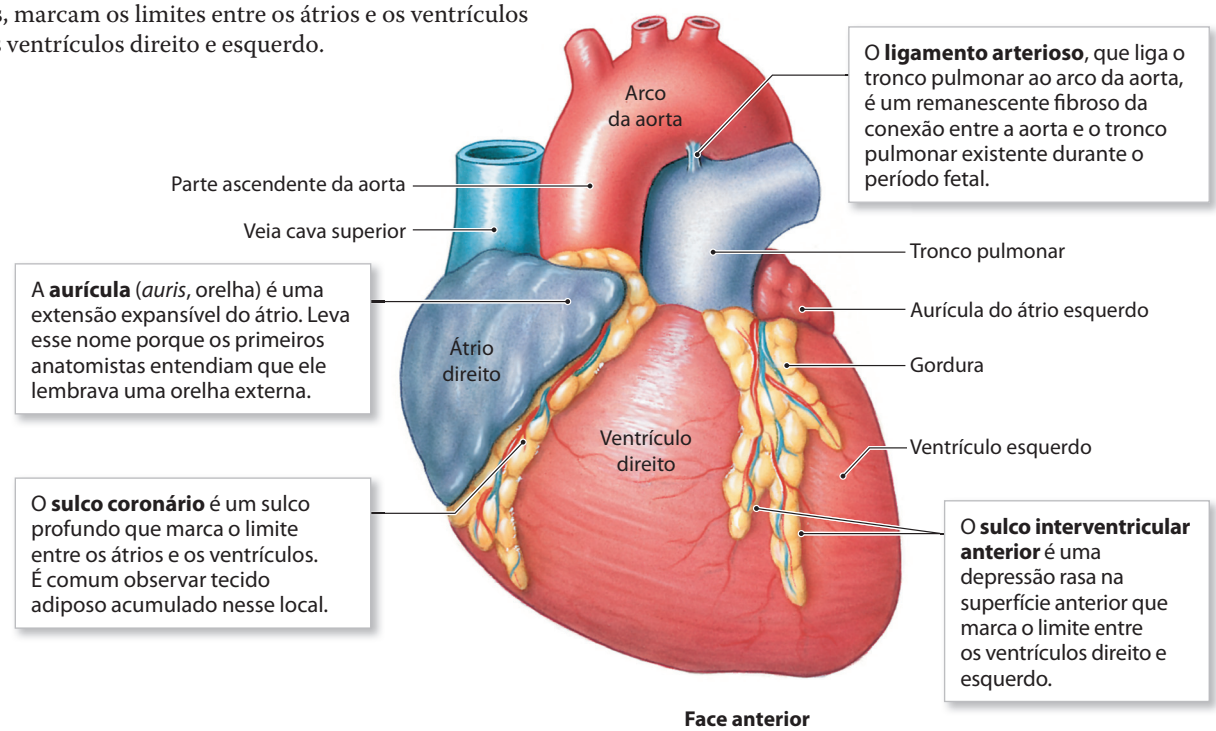
2 Para visualizar a relação entre o coração e a cavidade pericárdica, imagine que você está empurrando seu punho em direção ao centro de um grande balão, parcialmente inflado. O balão representa o pericárdio, e seu punho é o coração. O seu punho, no qual o balão se dobra para trás sobre si mesmo, corresponde à base do coração, na qual os **grandes vasos**, as maiores veias e as artérias do corpo estão conectados. O espaço de ar no interior do balão corresponde à cavidade pericárdica.



A cavidade pericárdica contém 15 a 50 ml de fluido pericárdico, secretado pelo pericárdio seroso visceral. Esse fluido atua como um lubrificante que reduz o atrito entre as superfícies opostas durante os movimentos de batimento cardíaco. Patógenos podem infectar o pericárdio, produzindo o que se conhece como **pericardite**. As superfícies inflamadas do pericárdio atritam-se uma à outra, produzindo um som de arranhado característico, que pode ser ouvido à ausculta, com a utilização de um estetoscópio.

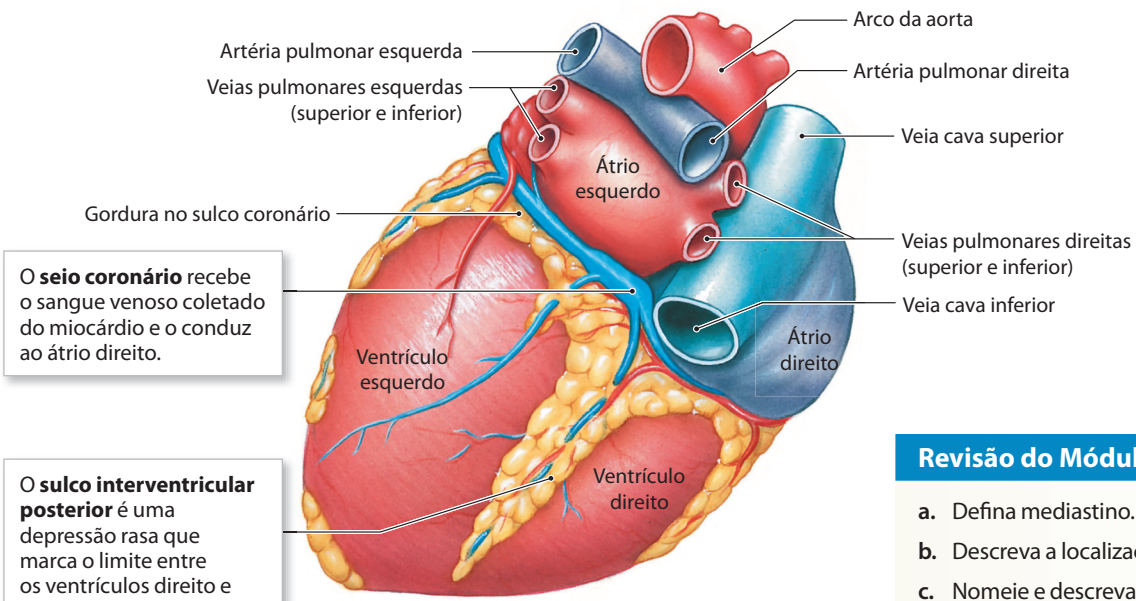


3 Em uma vista superficial da **face anterior** do coração (face esternocostal) podemos facilmente identificar as quatro câmaras cardíacas. Os átrios direito e esquerdo possuem paredes musculares relativamente delgadas e são altamente expansíveis. Quando os átrios não estão preenchidos por sangue, o aspecto de sua face externa é enrugado e irregular. Rasas depressões, ou **sulcos**, marcam os limites entre os átrios e os ventrículos e entre os ventrículos direito e esquerdo.



Face anterior

4 Esta vista da **face posterior** do coração mostra o átrio esquerdo e a sua ligação com as veias pulmonares. Observe também o átrio direito e sua ligação com as veias coronárias e as veias cavas.



Face posterior

Revisão do Módulo 12.2

a. Defina mediastino.

b. Descreva a localização do coração.

c. Nomeie e descreva as depressões superficiais encontradas na face externa do coração.

O coração recebe amplo suprimento de sangue

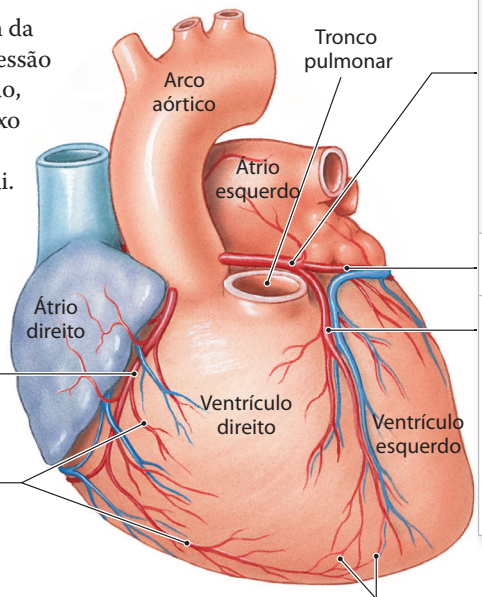
O coração trabalha continuamente. Por isso, as células musculares cardíacas requerem amplo suprimento de oxigênio e nutrientes, que garante seu funcionamento. Independentemente do grande volume de sangue que flui através das câmaras do coração, o miocárdio tem um suprimento de sangue exclusivo. A circulação cardíaca fornece esse sangue para o tecido muscular do coração através de duas importantes artérias: as coronárias. Durante esforço físico máximo, o fluxo sanguíneo para o miocárdio pode aumentar até nove vezes em relação ao fluxo de repouso.

1 As **artérias coronárias** direita e esquerda emergem da base da aorta, na sua parte ascendente, na qual a pressão sanguínea do circuito sistêmico é a mais elevada. Contudo, o fluxo sanguíneo do miocárdio não é constante; esse fluxo é máximo enquanto o músculo cardíaco está relaxado e praticamente cessa quando o músculo cardíaco se contrai.

Artéria coronária direita

A **artéria coronária direita** faz trajeto no sulco coronário em torno do coração. Fornece sangue para o átrio direito e para porções de ambos os ventrículos.

Os **ramos marginais** da artéria coronária direita irrigam o ventrículo direito.



Vista anterior

Artéria coronária esquerda

A **artéria coronária esquerda** fornece sangue para o ventrículo esquerdo, o átrio esquerdo e o septo interventricular (parede entre os ventrículos).

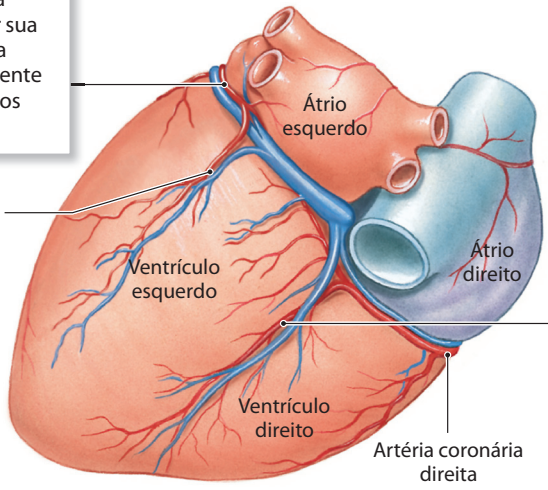
Artéria circunflexa

A grande **artéria interventricular anterior**, ou artéria descendente anterior esquerda, corre ao longo do sulco interventricular anterior.

As anastomoses arteriais entre as artérias interventriculares anterior e posterior mantêm um fluxo sanguíneo contínuo, apesar das flutuações de pressão nas artérias coronárias direita e esquerda.

2 Os ramos das artérias coronárias direita e esquerda continuam em direção à face posterior do coração.

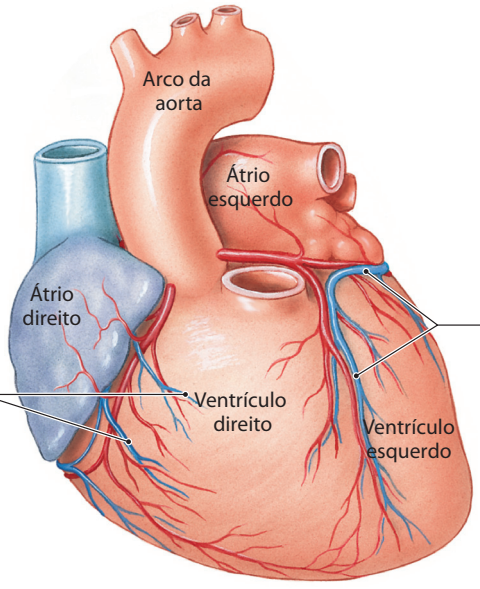
A **artéria circunflexa** é um ramo da artéria coronária esquerda que, por sua vez, descreve uma curva à esquerda sobre o sulco coronário, eventualmente fazendo anastomoses com pequenos ramos da artéria coronária direita.



Vista posterior

A artéria coronária direita prolonga-se na face posterior do coração, emitindo a **artéria interventricular posterior**, ou artéria descendente posterior, que faz trajeto ao longo do sulco interventricular posterior, em direção ao ápice do coração. Esse vaso contribui para o suprimento do septo interventricular e porções adjacentes dos ventrículos.

3 Esta imagem apresenta as principais veias da face anterior do coração.

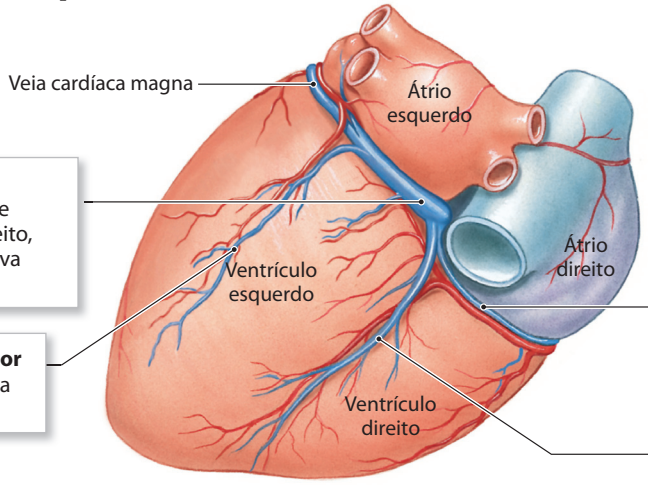


Veias cardíacas anteriores, que drenam a superfície anterior do ventrículo direito, tributam diretamente no átrio direito.

A **veia cardíaca magna** emerge da superfície anterior dos ventrículos e faz trajeto sobre o sulco interventricular anterior. Essa veia drena o sangue da região suprida pela artéria interventricular anterior. A veia cardíaca magna atinge o nível dos átrios e descreve uma curva à esquerda, sobre o sulco coronário, para tributar no seio coronário.

Vista anterior

4 Esta imagem apresenta as principais veias da face posterior do coração.



O **seio coronário** é uma veia de maior calibre que desemboca no átrio direito, perto da base da veia cava inferior.

A **veia cardíaca posterior** drena a área suprida pela artéria circunflexa.

A **veia cardíaca parva** que drena as faces posteriores do átrio e ventrículo direitos, tributa no seio coronário com a veia cardíaca média.

A **veia cardíaca média**, que drena a área suprida pela artéria interventricular posterior, tributa no seio coronário.

Vista posterior

Cada contração do ventrículo esquerdo propele sangue para dentro da aorta. A chegada de sangue em alta pressão distende as paredes elásticas da aorta. Quando o ventrículo esquerdo relaxa, a pressão diminui e as paredes da aorta recuam para depois retornarem à sua posição de repouso. Esse recuo, chamado de **recuperação elástica**, empurra o sangue tanto para frente, em direção ao circuito sistêmico, quanto para trás, em direção às artérias coronárias. Assim, a combinação da pressão sanguínea com a recuperação elástica garante um fluxo contínuo de sangue para atender às demandas do tecido muscular cardíaco ativo.

Revisão do Módulo 12.3

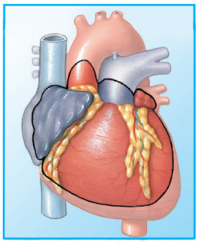
a. Liste as artérias e veias da circulação cardíaca.

b. Descreva o que acontece com o fluxo sanguíneo na aorta durante a recuperação elástica.

c. Identifique o principal vaso que drena o sangue dos capilares do miocárdio.

As valvas internas controlam a direção do fluxo do sangue entre as câmaras cardíacas

1 Em uma vista em corte, você pode ver que o átrio direito se abre para o ventrículo direito e o átrio esquerdo para o ventrículo esquerdo. O **septo interatrial** (*septum*, parede) separa os dois átrios. O septo mais espesso, o **septo interventricular**, separa os dois ventrículos. Cada septo é uma partição muscular. As **valvas atrioventriculares (AV)**, formadas por folhetos de tecido fibroso, estendem-se para dentro das aberturas entre os átrios e os ventrículos. As valvas AV permitem o fluxo de sangue em uma única direção: dos átrios para os ventrículos.



Átrio direito

O átrio direito recebe sangue desoxigenado (venoso) das veias cavas superior e inferior. Também recebe sangue das principais veias cardíacas, através do seio coronário.

A **fossa oval** marca a localização do forame oval no embrião. O forame oval fecha-se no momento do nascimento e o tecido que oblitera essa abertura permanentemente, após o primeiro ano de vida, deixa transparecer sua marca, a fossa oval.

A parede atrial anterior e a superfície interna da aurícula contêm cristas musculares proeminentes denominadas **músculos pectíneos** (*pectin*, pente).

Óstio do seio coronário recebe o sangue das principais veias cardíacas.

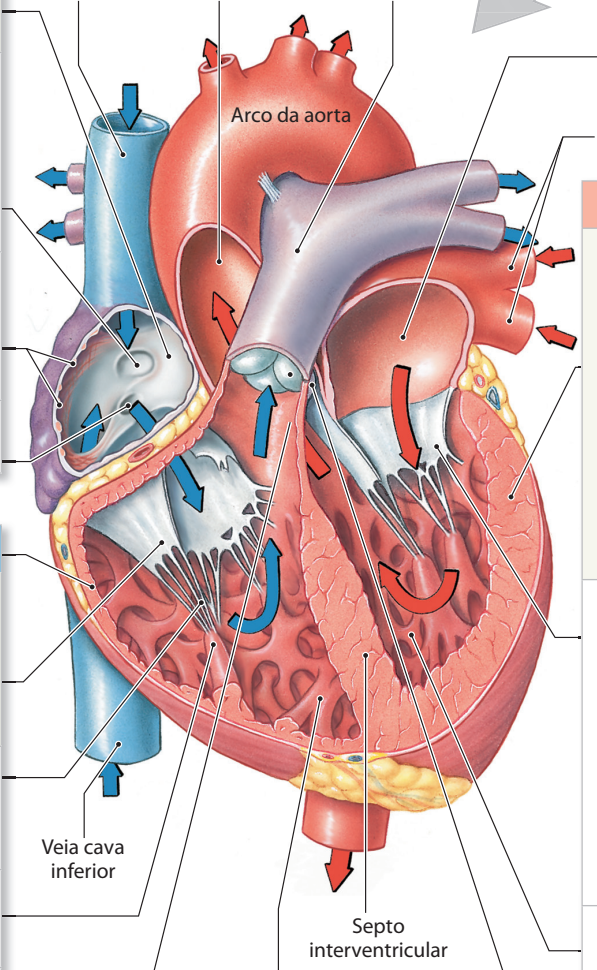
Ventrículo direito

O sangue flui do átrio direito para o ventrículo direito através de uma ampla abertura limitada pela **valva atrioventricular (AV) direita**, também conhecida como **valva tricúspide** (*tri*, três).

A valva consiste em três folhetos ou **cúspides**, anexados às fibras tendíneas do tecido conjuntivo chamadas de **cordas tendíneas**.

As cordas tendíneas fixam-se em projeções musculares cônicas denominadas **músculos papilares**.

A porção superior do ventrículo direito afunila-se em direção à **valva do tronco pulmonar** (valva semilunar pulmonar).
O sangue que sai do ventrículo direito passa através da valva pulmonar para entrar no tronco pulmonar.



Átrio esquerdo

O átrio esquerdo recebe sangue oxigenado (arterial) das veias pulmonares.

Ventrículo esquerdo

A parede do ventrículo esquerdo é muito mais espessa do que a parede do ventrículo direito, permitindo que o ventrículo esquerdo desenvolva pressão suficiente para impulsionar o sangue ao longo de todo o circuito sistêmico, enquanto o ventrículo direito precisa desenvolver pressão suficiente apenas para bombear o sangue através da pequena circulação, o circuito pulmonar.

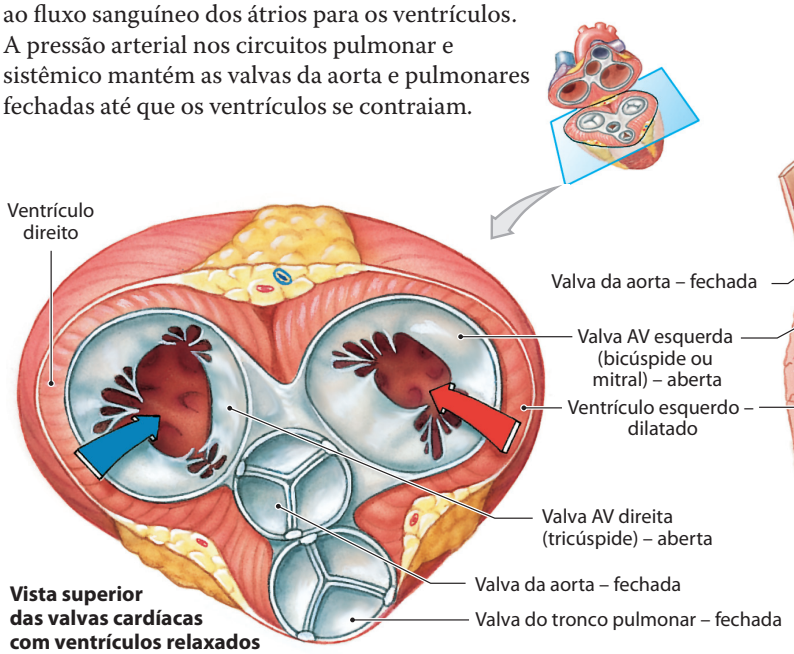
A **valva atrioventricular (AV) esquerda**, ou **valva bicúspide**, permite que o sangue flua do átrio esquerdo para o ventrículo esquerdo e impede o refluxo durante a contração ventricular. Como o nome bicúspide sugere, a valva AV esquerda contém duas cúspides. Os médicos costumam chamar essa valva de **valva mitral** (*mitra*, o chapéu do bispo).

As **trabéculas cárneas** (*carneus*, carne) são uma série de traves musculares nas superfícies internas dos ventrículos direito e esquerdo.

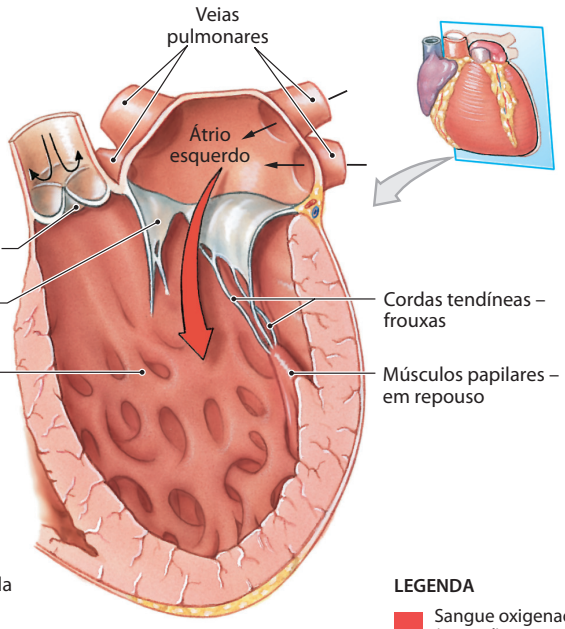
O sangue bombeado pelo ventrículo esquerdo passa pela **valva da aorta** (valva semilunar da aorta) e segue seu trajeto para a parte ascendente da aorta.

A **banda moderadora** proporciona uma via de condução rápida que contrai os músculos papilares antes de o miocárdio ventricular contrair-se, evitando "fechamento" das cúspides da valva AV direita.

2 Quando os ventrículos estão relaxados, as cordas tendíneas estão frouxas e as valvas AV, abertas, não oferecem resistência ao fluxo sanguíneo dos átrios para os ventrículos. A pressão arterial nos circuitos pulmonar e sistêmico mantém as valvas da aorta e pulmonares fechadas até que os ventrículos se contraiam.



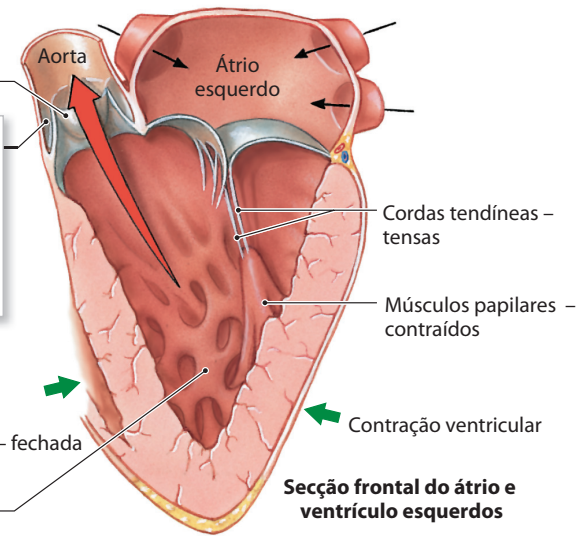
Vista superior das valvas cardíacas com ventrículos relaxados



Secção frontal do átrio e ventrículo esquerdos

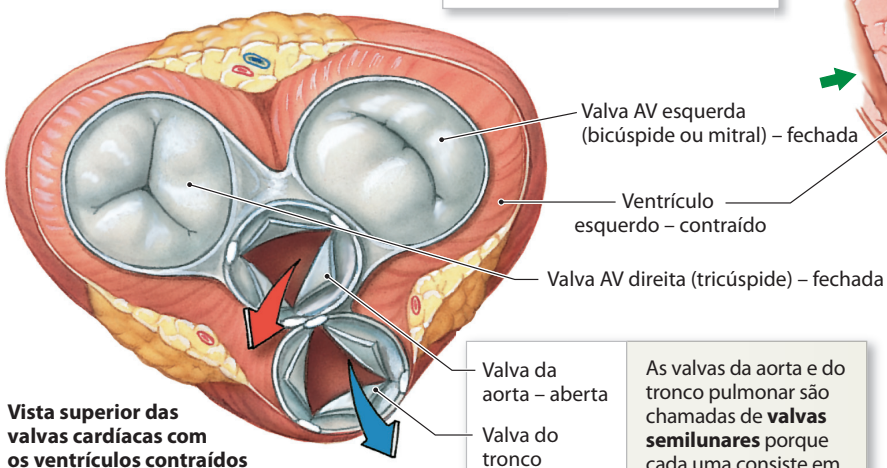
LEGENDA
- Sangue oxigenado (arterial)
- Sangue desoxigenado (venoso)

3 Quando os ventrículos se contraem, o sangue pressiona as cúspides das valvas AV, fechando-as e impedindo o refluxo. Ao mesmo tempo, os músculos papilares se contraem e tensionam as cordas tendíneas, contendo o movimento das cúspides em direção aos átrios. Quando a pressão nos ventrículos esquerdo e direito aumenta a ponto de ultrapassar a pressão dos circuitos pulmonar e sistêmico, as valvas da aorta e pulmonar se abrem e o sangue é bombeado para fora dos ventrículos.



Secção frontal do átrio e ventrículo esquerdos

Os **seios da aorta** são dilatações semelhantes a pequenos sacos, adjacentes a cada cúspide (ou válvula semilunar) da valva da aorta. As artérias coronárias direita e esquerda originam-se a partir de seios da aorta.



Vista superior das valvas cardíacas com os ventrículos contraídos

As valvas da aorta e do tronco pulmonar são chamadas de **valvas semilunares** porque cada uma consiste em três cúspides em forma de meia-lua.

Revisão do Módulo 12.4

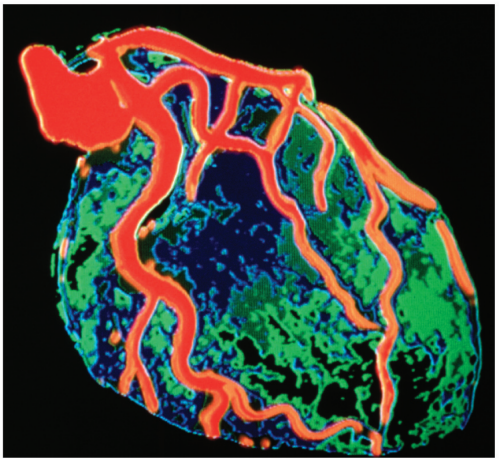
a. Se a valva semilunar relacionada ao lado direito do coração for prejudicada, qual vaso terá seu fluxo sanguíneo afetado?

b. Explique o que impede as valvas AV de se movimentarem em direção aos átrios.

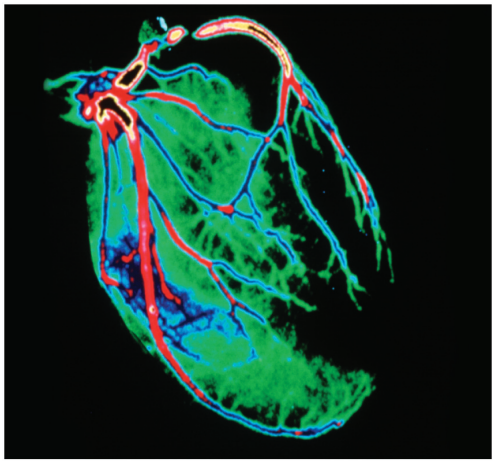
c. Por que a parede do ventrículo esquerdo é mais espessa que a do ventrículo direito?

Danos ao miocárdio ou às valvas cardíacas podem comprometer a função cardíaca

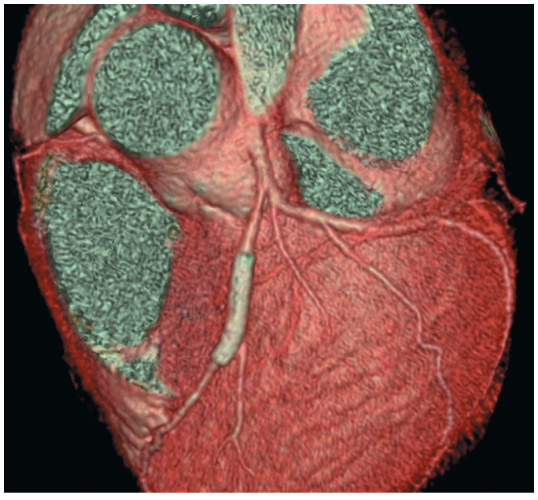
1 A **doença arterial coronariana (DAC)** é uma condição na qual a circulação cardíaca fica parcial ou completamente bloqueada. As células musculares cardíacas precisam de um fornecimento constante de oxigênio e nutrientes, portanto, qualquer redução do fluxo sanguíneo para o músculo cardíaco produz um correspondente prejuízo no desempenho da função do coração. A diminuição do suprimento sanguíneo, conhecida como **isquemia coronariana**, resulta geralmente de um bloqueio parcial ou completo das artérias coronárias. A causa mais comum é a formação de uma placa aterosclerótica em uma artéria coronária. A placa, ou o **trombo** (coágulo de sangue), diminui a luz da artéria e reduz o fluxo de sangue. Espasmos da musculatura lisa da parede do vaso podem, ainda, diminuir ou mesmo interromper o fluxo sanguíneo. As placas podem ser visíveis em exames clínicos ou imagens de ultrassom de alta resolução.



Esta é uma **angiografia por subtração digital** colorida de um coração normal. Os ramos principais das artérias coronárias direita e esquerda são claramente visíveis.

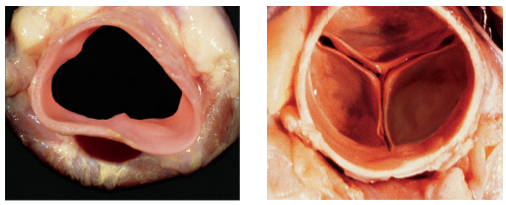


Esta é uma angiografia por subtração digital colorida do coração de um indivíduo com DAC avançada. O fluxo sanguíneo para o miocárdio ventricular está severamente restrito.



2 A angioplastia por cateter balão remove a maioria das placas, que, entretanto, podem reaparecer. Para evitar que isso ocorra, especialistas em cardiologia inserem no vaso um tubo expansível, cujas paredes se assemelham a uma treliça de fios finos, chamado ***stent***. O *stent* empurra a parede do vaso e o mantém aberto, tornando a angioplastia mais eficaz, reduzindo as complicações a longo prazo. Esse exame de tomografia computadorizada helicoidal 3D mostra um *stent* inserido na artéria interventricular anterior (essa técnica de imagem mostra a luz dos vasos sanguíneos, e não propriamente suas paredes, de forma que o *stent* parece envolver o vaso). Se o bloqueio circulatório for grande, poderão ser inseridos múltiplos *stents* ao longo da extensão do vaso.

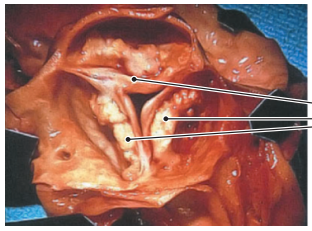
3 As valvas da aorta e do tronco pulmonar são compostas por um conjunto de três válvulas semilunares de tecido conjuntivo fibroso. Como resultado, as valvas semilunares não requerem reforços musculares para contensão. Ao se fecharem, as três válvulas semilunares simétricas apoiam-se umas às outras como as pernas de um tripé.



Aberta Fechada

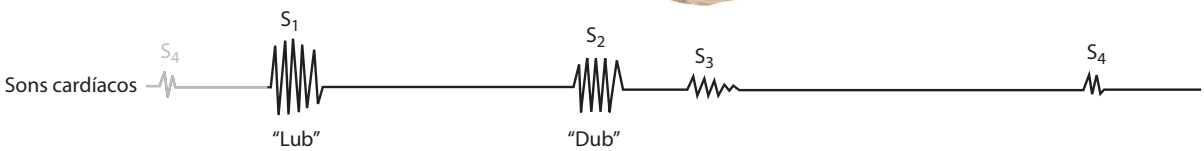
Vista superior

4 Defeitos ou danos em qualquer valvas do coração podem comprometer a função cardíaca. Disfunções das valvas, que cheguem a comprometer o fluxo sanguíneo adequado, geram sintomas associados à **doença cardíaca valvular (VHD)**. Malformações podem estar relacionadas, porém, em muitos casos, a condição se desenvolve como consequência de **cardites**, inflamações do coração de etiologias diversas. Em casos graves, a única opção pode ser substituir a valva danificada por uma artificial, como uma valva protética.



Esta é uma vista superior de uma valva da aorta apresentando alterações. As válvulas adquiriram formato irregular, estão rígidas e, portanto, pouco flexíveis, o que impede a abertura adequada e/ou o fechamento completo.

Esta valva protética é uma valva artificial que utiliza válvulas do coração de um porco. As valvas de porco ou de vaca não estimulam a coagulação sanguínea, mas podem se desgastar depois de cerca de dez anos de uso.



5 Os eventos fechamento das valvas cardíacas, o correr do sangue pelo coração e a contração do músculo cardíaco produzem ruídos chamados de sons cardíacos. Há quatro **sons cardíacos**, denominados **S_1**, **S_2**, **S_3** e **S_4**. Se você auscultar seu próprio coração com um estetoscópio, ouvirá claramente o primeiro e o segundo sons cardíacos. O primeiro som cardíaco, conhecido como "lub" (S_1), dura um pouco mais do que o segundo som, chamado "dub" (S_2). O S_1, que marca o início da contração ventricular, é produzido quando as valvas AV se fecham; o S_2 ocorre quando as valvas semilunares se fecham. O terceiro e o quarto sons cardíacos são geralmente muito fracos e não são audíveis em adultos saudáveis. Esses sons são associados ao fluxo do sangue para os ventrículos (S_3) e com a contração atrial (S_4), não com a ação da valva.

Revisão do Módulo 12.5

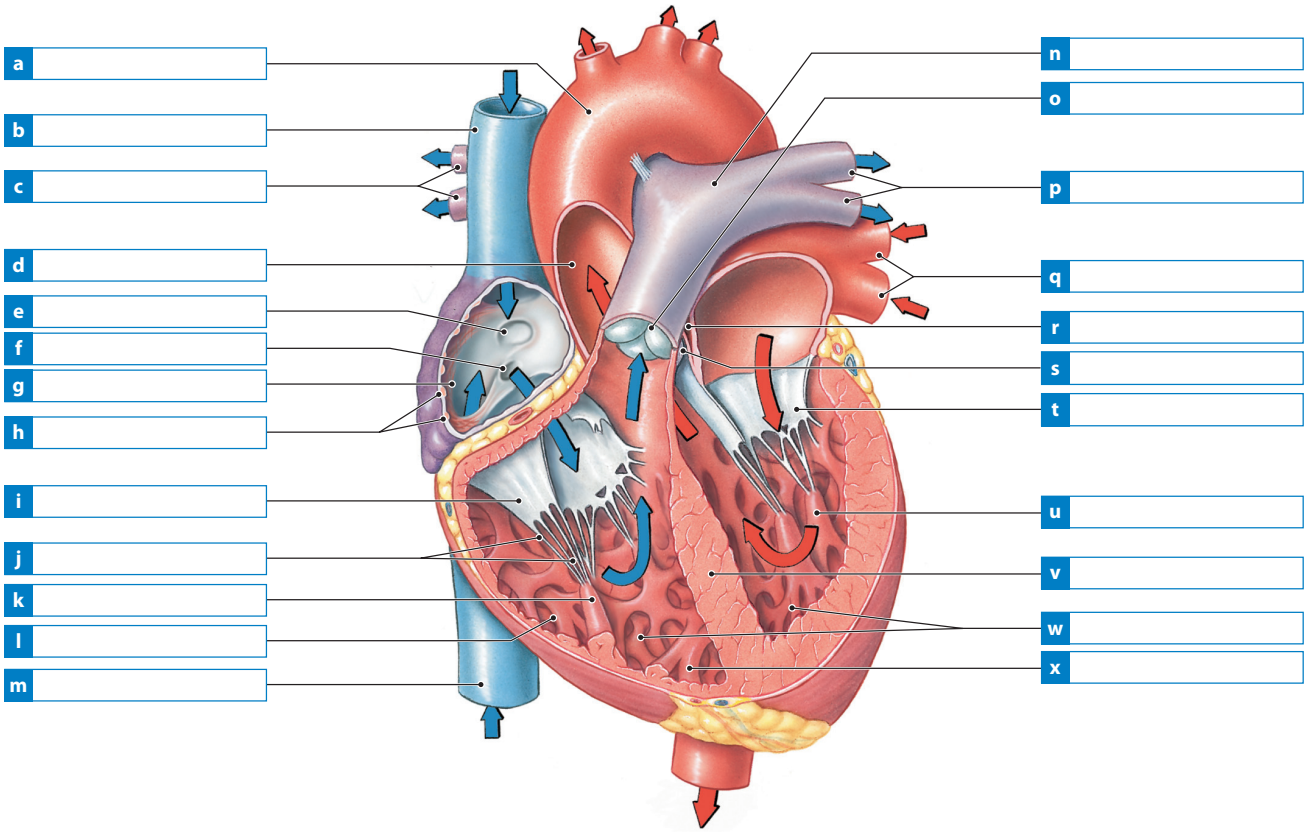
a. O que é isquemia coronariana e que tipo de risco essa doença representa?

b. Descreva a finalidade de um stent.

c. Resuma os sons cardíacos característicos claramente audíveis à ausculta com um estetoscópio em um adulto normal e os eventos que os geram.

1. Criando legendas

Crie legendas para cada uma das estruturas na figura apresentada.



2. Resposta objetiva

Começando com o átrio direito, cite as câmaras cardíacas e as valvas respeitando a ordem de fluxo (a) do sangue venoso (azul) e (b) do sangue arterial (vermelho).

3. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos seguintes com a descrição mais adequada.

- Ápice
- Fossa oval
- Discos intercalares
- Artérias coronárias
- Valva tricúspide
- Valva da aorta
- Endocárdio
- Aorta
- Miocárdio
- Recuperação elástica
- Seio coronário
- Cavidade pericárdica

a _____ Sangue para as artérias sistêmicas

b _____ Contém fluido seroso

c _____ Parede muscular do coração

d _____ Retorna o sangue da parede do coração de volta para o coração

e _____ Depressão no septo interatrial

f _____ Valva atrioventricular direita

g _____ Representa aumento adicional de pressão ao fluxo sanguíneo na circulação sistêmica e para a circulação cardíaca

h _____ Conexões fibrosas do músculo cardíaco

i _____ Fornece sangue para o tecido muscular cardíaco

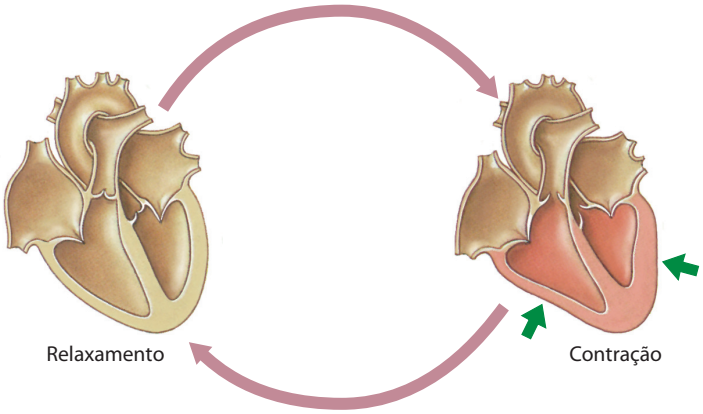
j _____ Superfície interna do coração

k _____ Extremidade aguda do coração, localizada inferiormente

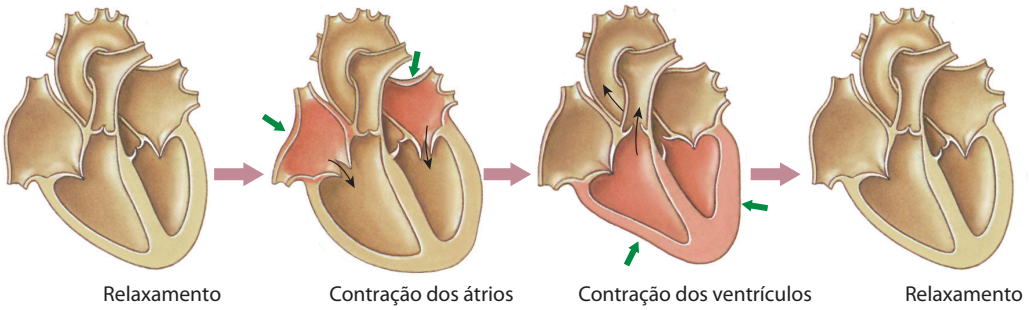
l _____ Valva semilunar

Ciclo cardíaco

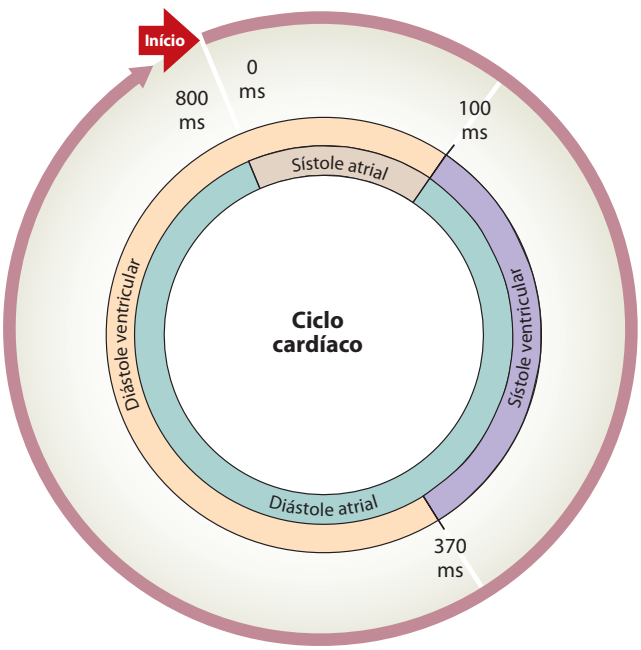
1 Cada batimento cardíaco é seguido por breve fase de repouso, que representa uma fração de tempo em que todas as quatro câmaras relaxam-se e se preparam para a próxima pulsação. O período entre o início de um batimento cardíaco e o início do próximo é definido como um **ciclo cardíaco**. O ciclo cardíaco, portanto, inclui períodos alternados de contração e relaxamento.



2 Apesar de pensarmos no coração como uma bomba, na realidade, trata-se de quatro bombas, que trabalham em pares; assim, um batimento cardíaco é um evento complexo. Se todas as quatro câmaras se contraíssem de uma só vez, o fluxo sanguíneo normal não poderia acontecer. Em vez disso, os dois átrios se contraem primeiro, empurrando sangue para dentro dos ventrículos; em seguida, os dois ventrículos se contraem, impulsionando o sangue através dos circuitos pulmonar e sistêmico de volta para o átrio. Um marca-passo preciso e os sistemas condutores dentro do coração normalmente proporcionam o espaçamento necessário entre as contrações atriais e ventriculares.



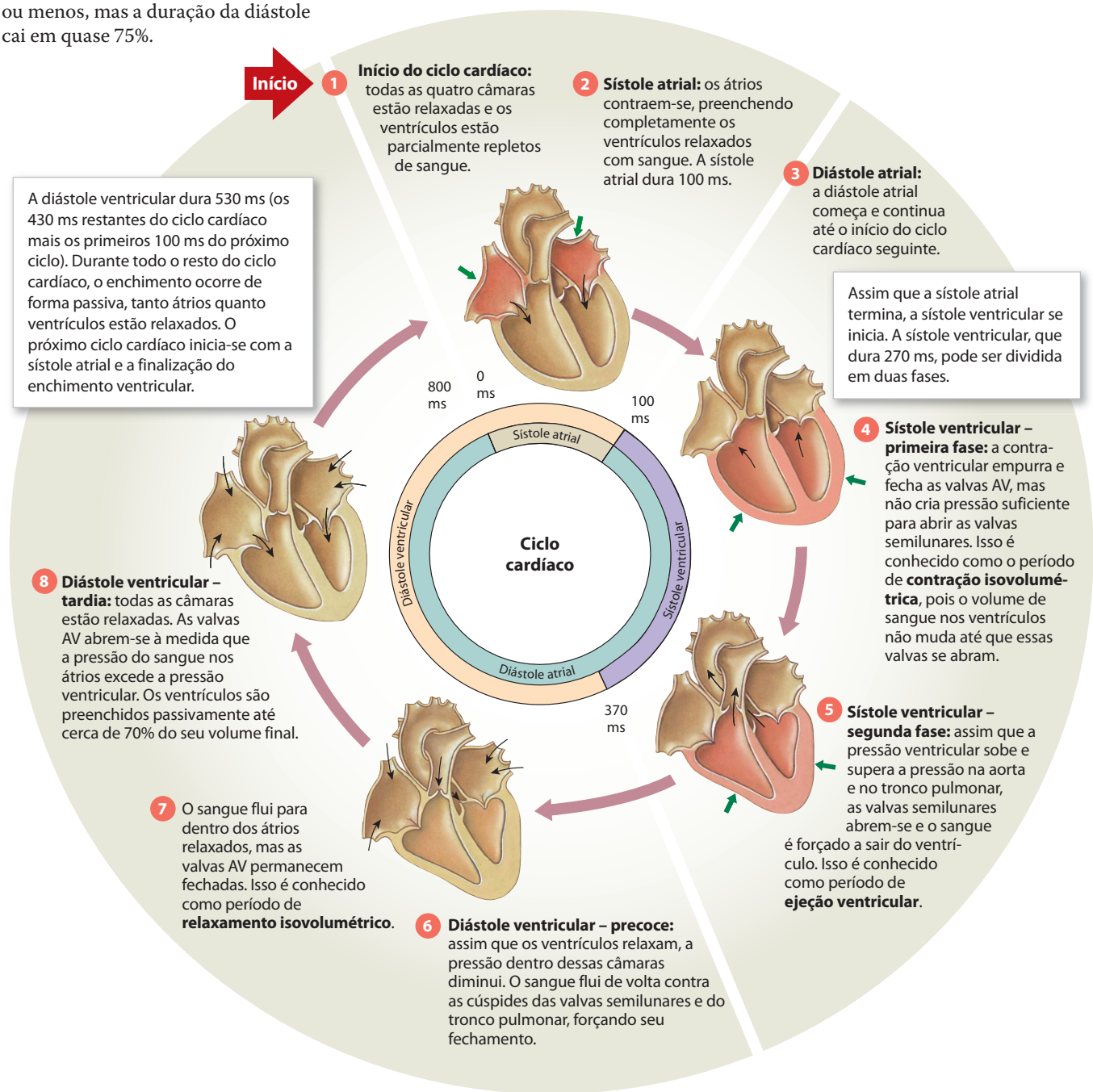
3 Para qualquer câmara do coração, o ciclo cardíaco pode ser dividido em duas fases: sístole e diástole. Durante a **sístole**, ou contração, a câmara se contrai e empurra o sangue para dentro de uma câmara adjacente ou para dentro de um tronco arterial. A sístole é seguida pela **diástole**, ou relaxamento. Durante a diástole, a câmara se preenche de sangue e se prepara para a contração seguinte. Para uma frequência cardíaca representativa de 75 batimentos por minuto (bpm), uma sequência de sístole e diástole, em ambos os átrios ou ventrículos, dura 800 ms. Esta seção examina um ciclo cardíaco padrão: como se inicia, e como seus eventos são coordenados e como as pressões geradas pelas câmaras contráteis propelem o sangue numa determinada direção. Por conveniência, vamos assumir que os átrios determinam o ciclo cardíaco e que cada ciclo inclui um subciclo de sístole atrial e diástole atrial.



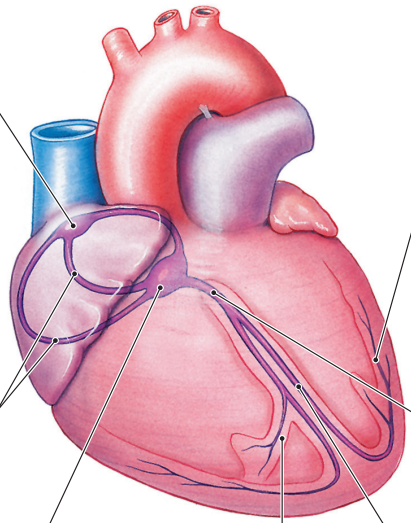
12.6

O ciclo cardíaco cria gradientes de pressão que mantêm o fluxo sanguíneo e é coordenado por células musculares cardíacas especializadas

1 Apresentamos aqui um esquema das fases do ciclo cardíaco, para frequência cardíaca de 75 bpm. Quando a frequência cardíaca aumenta, todas as fases do ciclo cardíaco diminuem. A redução mais acentuada ocorre no tempo de diástole. Quando a frequência cardíaca aumenta de 75 bpm para 200 bpm, a duração da sístole diminui em 40% ou menos, mas a duração da diástole cai em quase 75%.



2 O tecido muscular cardíaco é capaz de contrair-se independentemente de estimulação neural ou hormonal. Essa propriedade é chamada de **automaticidade**. O **sistema de condução** é uma rede de células musculares cardíacas especializadas responsáveis por iniciar e distribuir o estímulo para a contração. A ilustração a seguir apresenta os componentes do sistema de condução do coração.



1 Cada batimento cardíaco começa com um potencial de ação gerada no **nó sinoatrial** – ou, simplesmente, **nó SA**. O nó SA está localizado na parede posterior do átrio direito, próximo à entrada da veia cava superior. O impulso elétrico gerado por esse marca-passo cardíaco é então distribuído por outras células do sistema de condução.

2 Nos átrios, as células condutoras das **vias internodais** distribuem os estímulos contráteis para as células musculares dos átrios, à medida que o impulso elétrico segue em direção aos ventrículos.

3 O **nó atrioventricular (AV)** está localizado na junção entre os átrios e os ventrículos. Os nós AV também contêm células marca-passo, mas geralmente não interferem na frequência cardíaca. Contudo, se o nó SA ou as vias internodais são danificadas, o coração continua a bater, porque, sem comandos do nó SA, o nó AV ainda gera impulsos, porém a uma frequência de 40 a 60 batimentos por minuto.

5 As **fibras de Purkinje** são células condutoras de diâmetro grande, que propagam potenciais de ação muito rapidamente – tão rapidamente quanto pequenos axônios mielinizados. As fibras de Purkinje constituem os últimos segmentos da rede de distribuição e são responsáveis pela despolarização das células do miocárdio ventricular, que deflagram a sístole ventricular.

4 O nó AV envia o estímulo ao **feixe AV**, localizado dentro do septo interventricular. O feixe AV é normalmente a única conexão elétrica entre os átrios e os ventrículos.

O feixe AV dá origem aos **ramos** direito e esquerdo. O ramo esquerdo supre o ventrículo esquerdo, é mais espesso e muito maior que o ramo direito. Ambos estendem-se em direção ao ápice do coração e ramificam-se, acompanhando as paredes dos ventrículos, profundamente ao endocárdio.

As células do nó AV podem gerar impulsos a uma frequência máxima de 230 bpm. Como cada impulso resulta em uma contração ventricular, esse valor representa a frequência cardíaca máxima normal. Mesmo que o nó SA gere impulsos a uma frequência ainda mais elevada, os ventrículos não se contraem com frequências superiores a 230 bpm. Essas frequências cardíacas altas ocorrem apenas quando o coração ou o sistema de condução é danificado ou estimulado por medicamentos.

Revisão do Módulo 12.6

a. Quais os termos técnicos utilizados para a contração e o relaxamento das câmaras cardíacas?

b. Descreva as fases do ciclo cardíaco.

c. O coração está sempre bombeando sangue quando a pressão no ventrículo esquerdo aumenta? Explique.

12.7

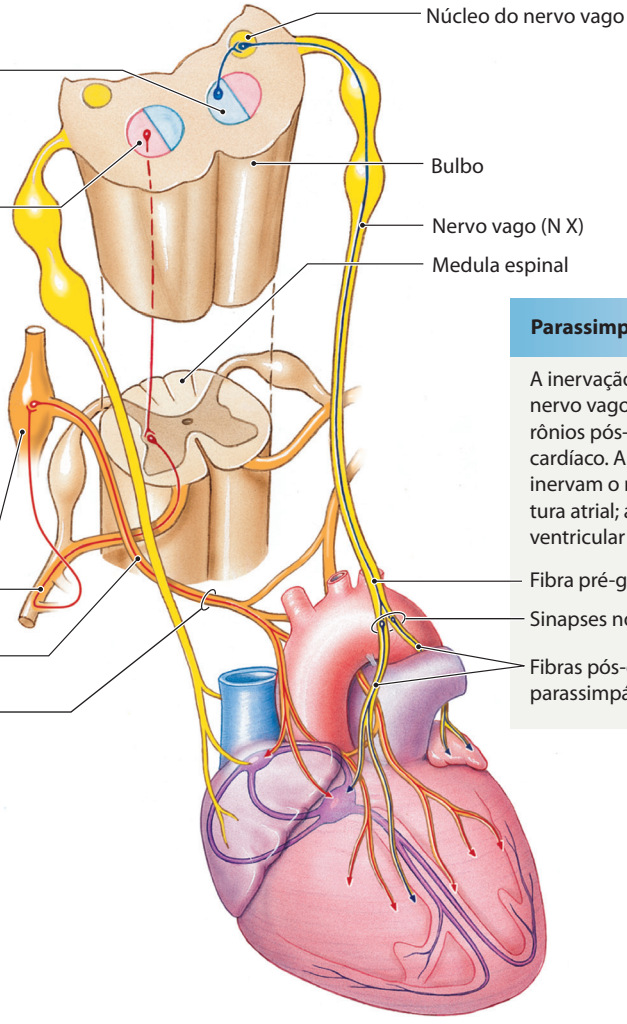
O sistema nervoso autônomo inerva o coração e um eletrocardiograma pode demonstrar a atividade cardíaca

Inervação cardíaca

1 Os centros cardíacos no bulbo são responsáveis pelo controle autônomo do coração. O sistema nervoso autônomo (SNA) ajusta tanto a frequência cardíaca quanto a força de contração.

O **centro cardioinibidor** controla os neurônios parassimpáticos que diminuem a frequência cardíaca.

O **centro cardioacelerador** controla os neurônios simpáticos que aumentam a frequência cardíaca.



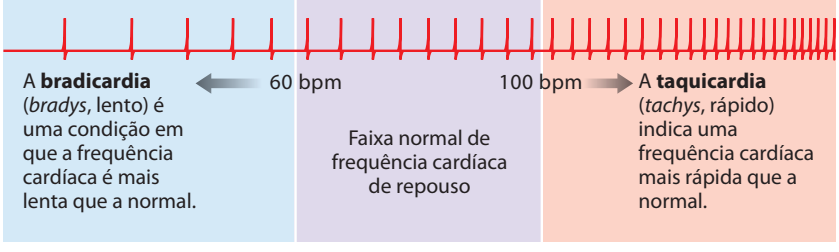
Simpática

A inervação simpática chega através de fibras pós-ganglionares no interior dos nervos cardíacos. Essas fibras inervam o sistema condutor e o miocárdio dos átrios e dos ventrículos.

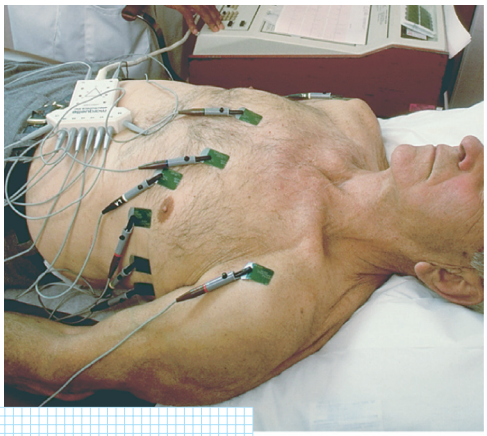
Parassimpática

A inervação parassimpática chega pelo nervo vago e faz sinapses com os neurônios pós-ganglionares do plexo cardíaco. As fibras pós-ganglionares inervam o nó SA, o nó AV e a musculatura atrial; a inervação da musculatura ventricular é bastante restrita.

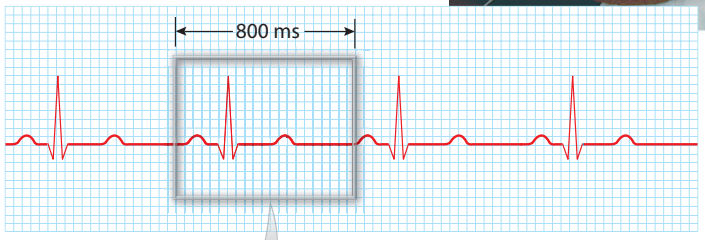
2 Cada um de nós tem uma frequência cardíaca de repouso própria, que varia com a idade, a saúde geral e o condicionamento físico. Segundo a Associação Americana do Coração, o intervalo normal de frequência cardíaca de repouso está entre 60 e 100 bpm.



Eletrocardiograma (ECG)



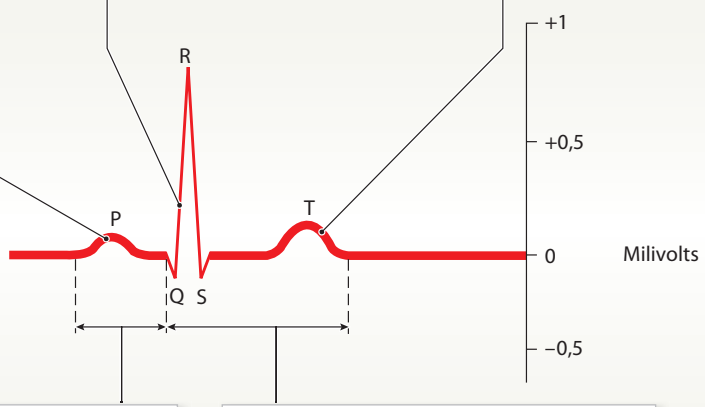
1 Os eventos elétricos que ocorrem no coração são poderosos o suficiente para serem detectados por eletrodos colocados sobre a superfície do corpo. O registro desses eventos é denominado **eletrocardiograma**, também chamado de **ECG** ou **EKG**. A aparência do ECG varia de acordo com a colocação dos eletrodos de monitoramento. A foto mostra os eletrodos em uma das configurações-padrão e o gráfico indica as características principais de um ECG obtido utilizando essa configuração.



A pequena **onda P** descreve a despolarização dos átrios. A contração atrial se inicia aproximadamente 25ms após a onda P.

O **complexo QRS** aparece assim que os ventrículos se despolarizam. Esse é um sinal elétrico relativamente forte, porque o músculo ventricular é muito maior e mais espesso que o músculo atrial. É também um sinal complexo, em grande parte por causa da complexidade da via de propagação da despolarização que ocorre nos ventrículos. A contração ventricular se inicia logo após o pico da **onda R**.

A **onda T** é menor e descreve a repolarização ventricular. Uma onda correspondente à repolarização atrial não é aparente porque ocorre enquanto os ventrículos estão se despolarizando, e os eventos elétricos são mascarados pelo complexo QRS.



O **intervalo P-R** estende-se desde o início da despolarização atrial até o início do complexo QRS (despolarização ventricular), e não até R, porque em eletrocardiogramas anormais pode ser difícil determinar o pico em R. Um intervalo P-R maior que 200 ms pode indicar dano às vias condutoras ou ao nó AV.

O **intervalo Q-T** indica o tempo necessário para os ventrículos completarem um único ciclo de despolarização e repolarização. Geralmente é medido do fim do intervalo P-R, ao invés de ser medido a partir do ponto mais inferior da onda Q.

O ECG é utilizado clinicamente para avaliar o desempenho de componentes nodais, condutores e contráteis. Quando um ataque cardíaco danifica parte do coração, por exemplo, o ECG revela um padrão anormal de condução do impulso.

Revisão do Módulo 12.7

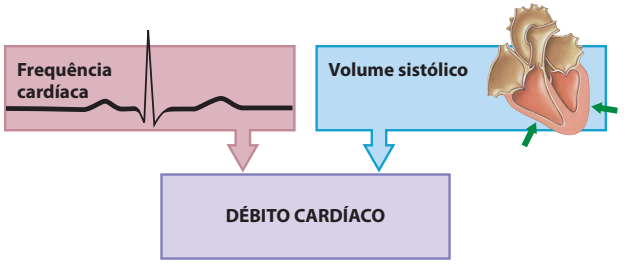
a. Descreva os locais e as ações dos centros cardioinibidores e cardioaceleradores.

b. Compare a bradicardia e a taquicardia.

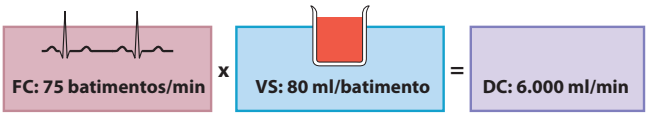
c. Liste cinco características importantes do ECG e indique o que cada uma representa.

Ajustes na frequência cardíaca e no volume sistólico regulam o débito cardíaco

1 O objetivo da regulação cardiovascular é manter um fluxo de sangue adequado para os tecidos. O melhor indicador do fluxo sanguíneo periférico é o **débito cardíaco (DC)**, quantidade de sangue bombeada pelo ventrículo esquerdo durante um minuto. O débito cardíaco depende de dois fatores: da frequência cardíaca e do **volume sistólico**, que é a quantidade de sangue bombeada para fora do ventrículo durante um único batimento cardíaco.

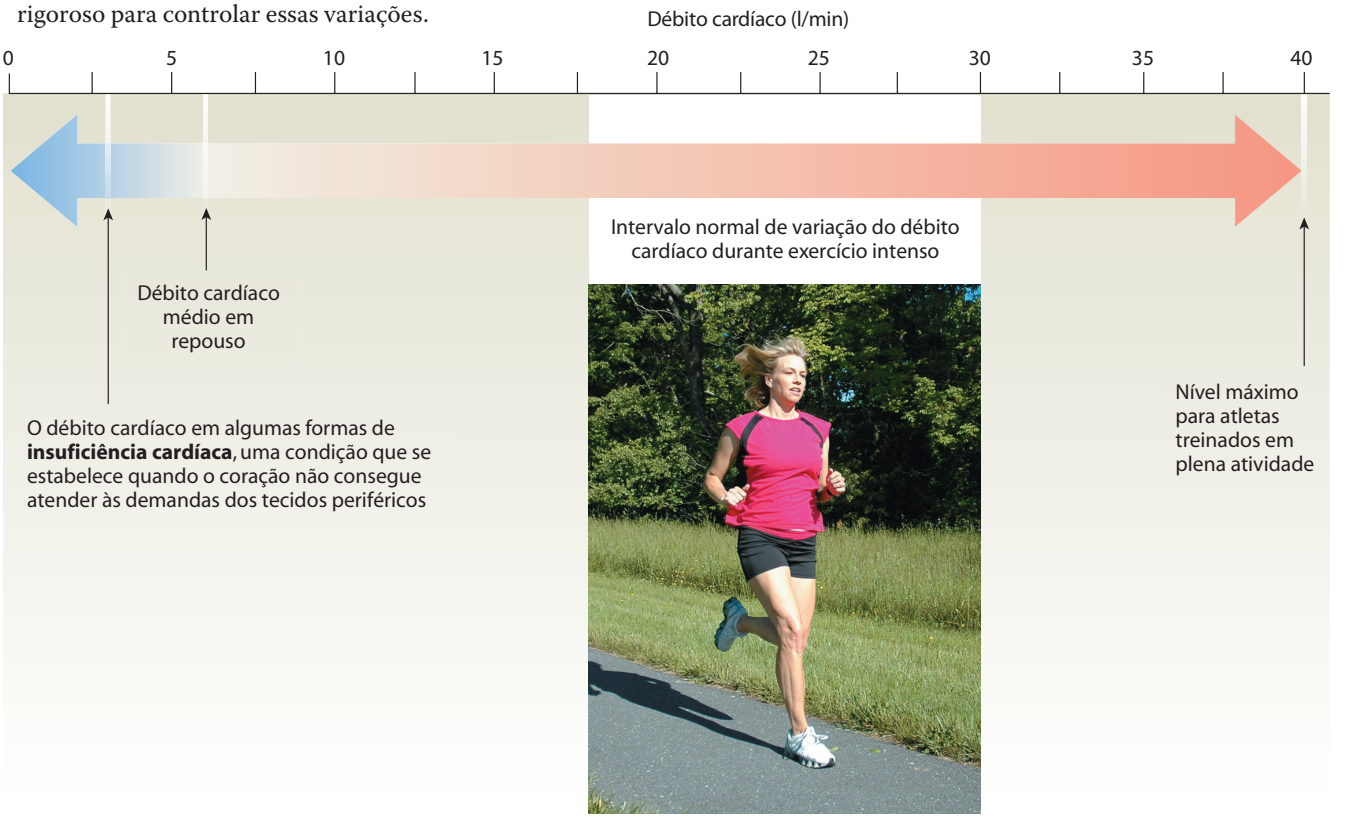


2 Cálculo do débito cardíaco é simples: você multiplica a frequência cardíaca (FC) pelo volume sistólico (VS) médio. Por exemplo, se a frequência cardíaca é de 75 bpm e o volume sistólico é de 80 ml/batimento:



O ajuste do débito cardíaco é tão preciso, que os tecidos periféricos recebem suprimento cardíaco adequado em diversas condições. Quando necessário, a frequência cardíaca pode aumentar em 250%, e o volume sistólico de um coração normal pode praticamente dobrar.

3 Como indica a figura, o débito cardíaco varia consideravelmente para atender às demandas metabólicas, e o corpo mantém um monitoramento rigoroso para controlar essas variações.



4 Qualquer evento que mude a frequência cardíaca ou o volume sistólico pode alterar o débito cardíaco. Este diagrama resume fatores importantes que interferem no débito cardíaco. Revise cuidadosamente estas informações antes de prosseguir para a próxima seção.

Fatores que interferem na frequência cardíaca (FC)

Temperatura corporal

Quando a temperatura corporal aumenta, a frequência cardíaca aumenta; é por isso que o seu coração parece acelerar quando você tem febre. A diminuição da temperatura corporal, por sua vez, reduz a frequência cardíaca; durante uma cirurgia cardíaca, é possível induzir a redução da temperatura corporal.

Regulação neural

A estimulação simpática aumenta a FC; a estimulação parassimpática diminui a FC.

Regulação hormonal

Muitos hormônios aumentam a frequência cardíaca (em especial a epinefrina e os hormônios da tireoide)

Fatores que modificam o volume sistólico (VS)

Retorno venoso

Retorno venoso é a quantidade de sangue venoso que chega ao coração pela circulação sistêmica a cada minuto. O volume de sangue, a atividade muscular e a velocidade do fluxo sanguíneo nos capilares são os principais fatores que determinam o retorno venoso.

Tempo de enchimento é a duração da diástole ventricular. Quanto maior o tempo de enchimento, maior será a quantidade de sangue nos ventrículos ao início da contração e quanto maior for o volume de sangue no interior do ventrículo, mais forte será a contração. Essa relação de "mais sangue dentro → mais sangue fora" é conhecida como **lei de Starling do coração** ou mecanismo de Frank-Starling. Tanto um aumento do tempo de enchimento quanto um aumento do volume sanguíneo ventricular acarretam aumento do volume sistólico.

Contrações musculares comprimem as veias e ajudam as valvas a direcionar sangue venoso para o átrio direito.

Grande reduções no volume sanguíneo em razão de sangramento ou desidratação reduzem o retorno venoso.

Mudanças nos padrões do fluxo sanguíneo periférico podem aumentar ou diminuir o retorno venoso.

Em geral, quando o retorno venoso aumenta, o volume sistólico aumenta; quando o retorno venoso diminui, o volume sistólico diminui.

Contratilidade

Contratilidade é a intensidade da força produzida durante a contração ventricular. Muitos medicamentos destinam-se a reduzir a contratilidade; exemplos incluem os "beta-bloqueadores", como o propranolol ou o timolol, e bloqueadores do canal de cálcio, como a nifedipina ou o verapamil.

Regulação neural

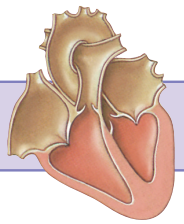
A estimulação simpática aumenta a contratilidade; a estimulação parassimpática a diminui.

Regulação hormonal

Muitos hormônios – incluindo a epinefrina, a norepinefrina e os hormônios da tiroide – aumentam a contratilidade.

FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

VOLUME SISTÓLICO (VS)



DÉBITO CARDÍACO (DC) = FC × VS

Revisão do Módulo 12.8

a. Defina débito cardíaco.

b. De que modo o aumento do retorno venoso afetaria o volume sistólico?

c. Por que o aumento excessivo da frequência cardíaca é um problema em potencial?

1. Resposta objetiva

Para responder às perguntas a seguir, consulte o conteúdo sobre ciclo cardíaco no Módulo 12.6.

a Uma câmara cardíaca contraída está em _____ (diástole/sístole), e uma câmara cardíaca relaxada está em _____ (diástole/sístole).

b Quando o ciclo cardíaco se inicia, os ventrículos estão _____ (parcialmente/totalmente) cheios de sangue.

c O que acontece com a valva AV esquerda quando a pressão do ventrículo esquerdo se eleva acima da pressão do átrio esquerdo? _____.

d Durante a maior parte da diástole ventricular, a pressão no ventrículo esquerdo é _____ (superior a/igual a/menor que) a pressão no átrio esquerdo.

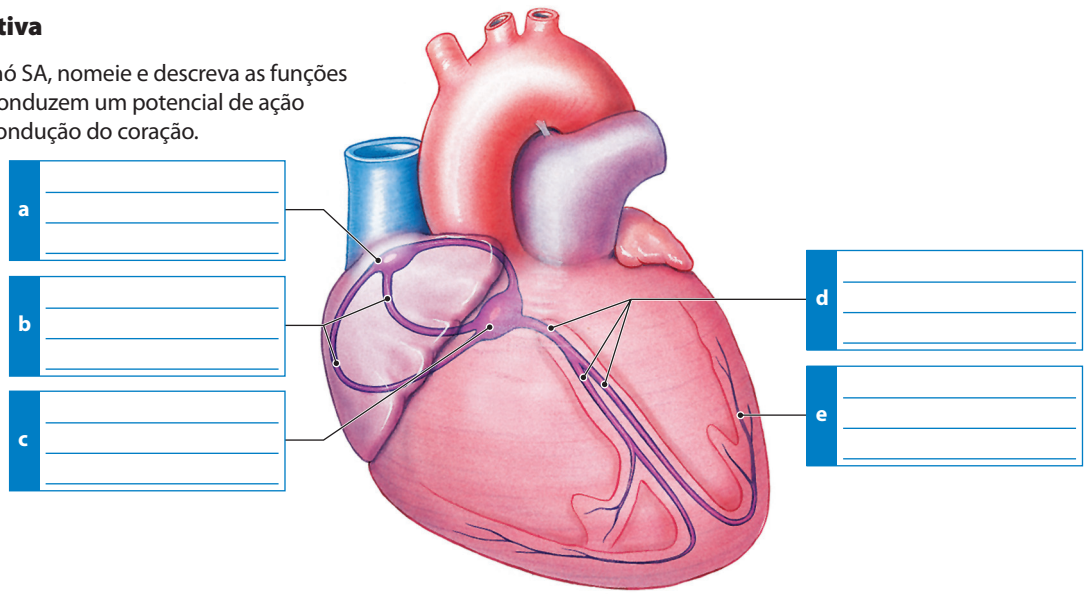
e O que acontece com a valva aórtica quando a pressão no interior do ventrículo esquerdo se torna maior que a pressão no interior da aorta? _____.

f Durante a contração isovolumétrica, as valvas semilunares estão _____ (abertas/fechadas).

g Durante o relaxamento isovolumétrico, as valvas AV e semilunares estão _____ (abertas/fechadas).

2. Resposta objetiva

Começando com o nó SA, nomeie e descreva as funções das estruturas que conduzem um potencial de ação através da rede de condução do coração.



3. Atividade de associação

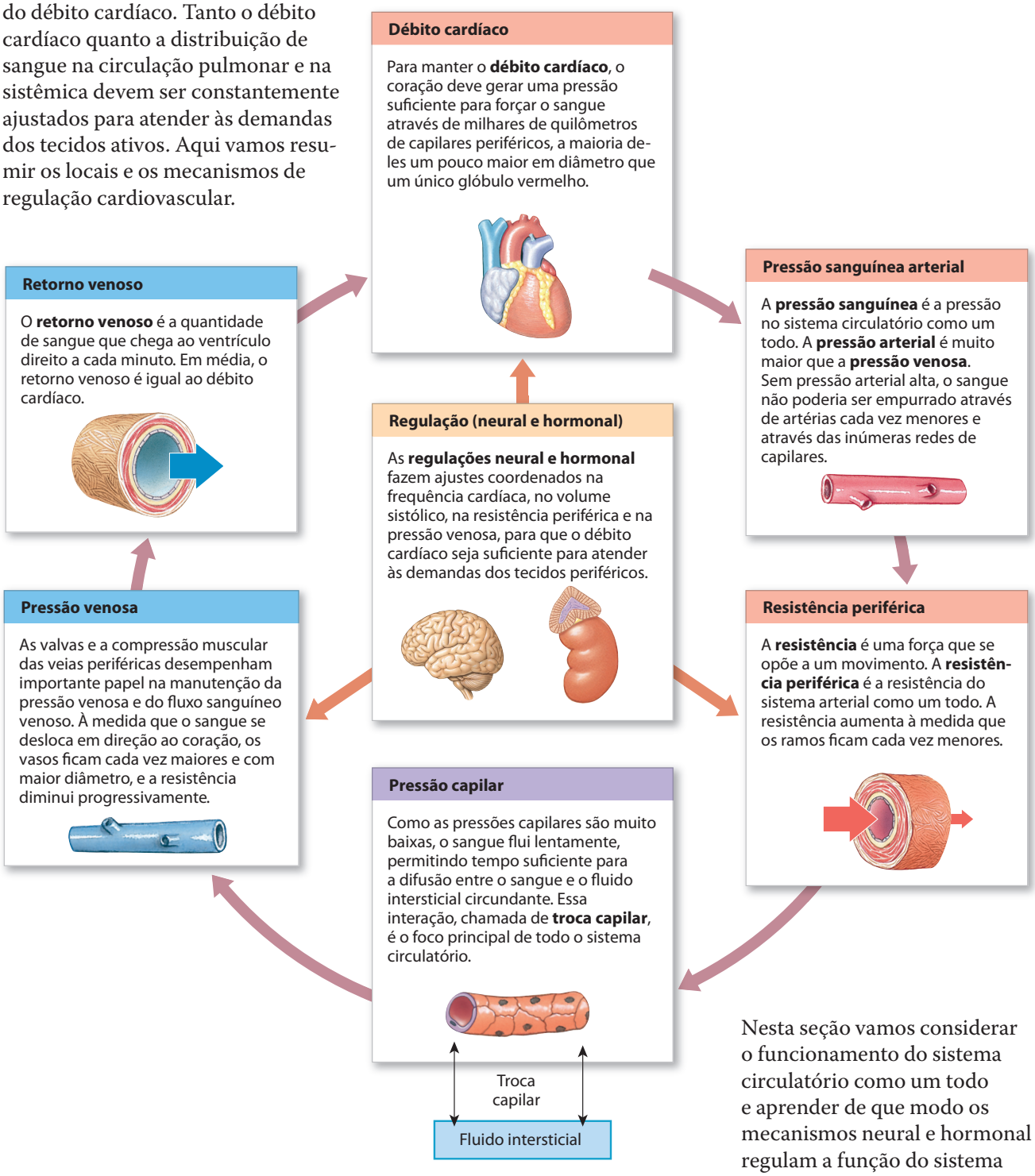
Faça a correspondência entre os termos e suas respectivas descrições.

- onda P
- débito cardíaco
- automaticidade
- fibras de Purkinje
- contratilidade
- tempo de enchimento
- neurônios simpáticos
- complexo QRS
- volume sistólico
- taquicardia
- bradicardia
- neurônios parassimpáticos

a	_____	Característica relacionada à força de contração ventricular
b	_____	Contração muscular cardíaca autoestimulada
c	_____	Despolarização atrial
d	_____	Volume de sangue ejetado pelo ventrículo esquerdo durante um único batimento cardíaco
e	_____	Despolarização ventricular
f	_____	Diminuem a frequência cardíaca
g	_____	Frequência cardíaca diminuída
h	_____	Aumenta a frequência cardíaca
i	_____	Despolariza as células do miocárdio ventricular
j	_____	Frequência cardíaca aumentada
k	_____	FC × VS
l	_____	Duração da diástole ventricular

Coordenação entre débito cardíaco e fluxo sanguíneo periférico

Agora você está familiarizado com os fatores envolvidos na regulação do débito cardíaco. Tanto o débito cardíaco quanto a distribuição de sangue na circulação pulmonar e na sistêmica devem ser constantemente ajustados para atender às demandas dos tecidos ativos. Aqui vamos resumir os locais e os mecanismos de regulação cardiovascular.



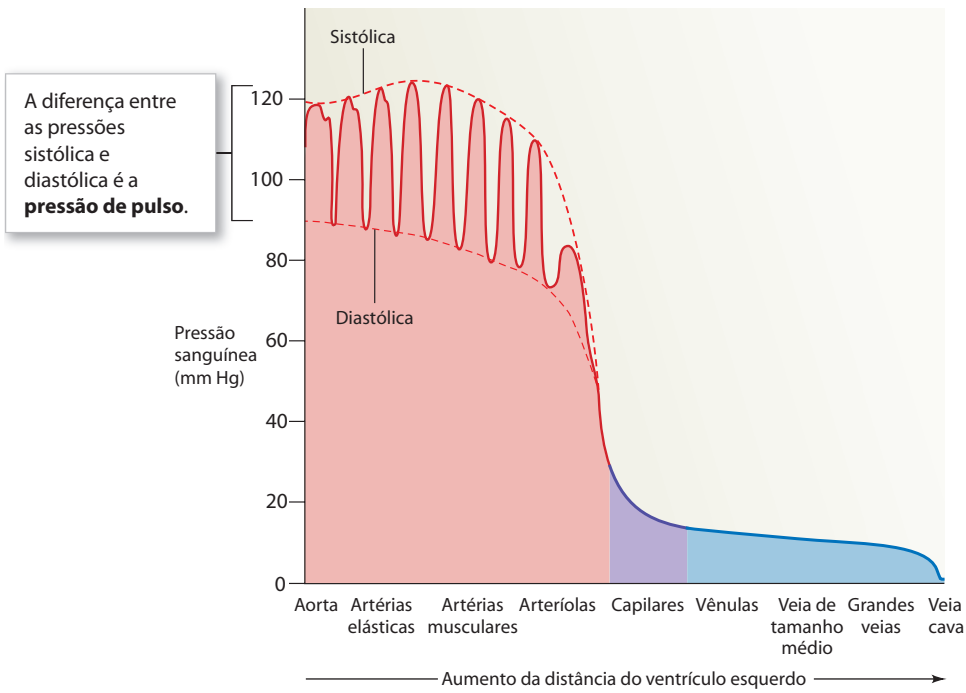
Nesta seção vamos considerar o funcionamento do sistema circulatório como um todo e aprender de que modo os mecanismos neural e hormonal regulam a função do sistema circulatório.

12.9

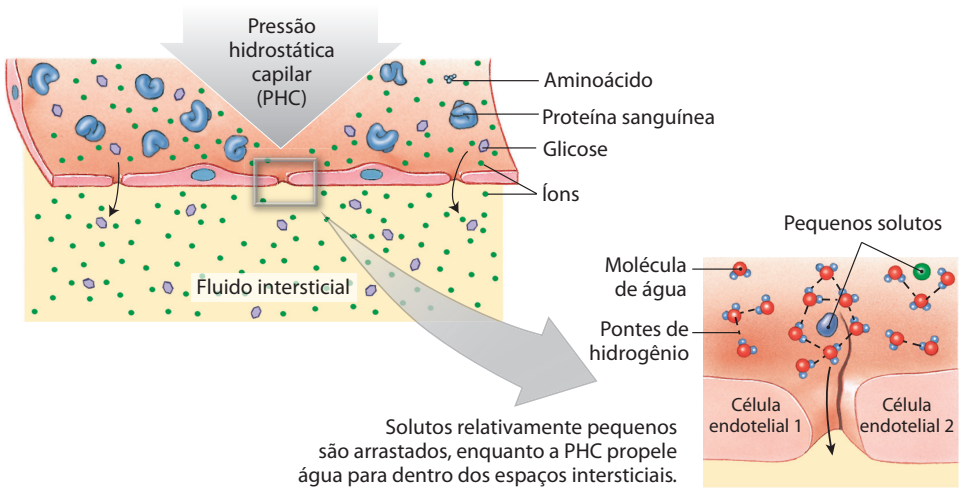
A pressão arterial e a resistência periférica determinam o fluxo sanguíneo e afetam as trocas capilares

O **fluxo sanguíneo** é o volume de sangue que flui por unidade de tempo através de um vaso ou de um grupo de vasos. É diretamente proporcional à **pressão sanguínea** ou **pressão arterial** (o aumento da pressão arterial resulta em elevação do fluxo) e inversamente proporcional à **resistência periférica** (aumento da resistência resulta na diminuição do fluxo). No entanto, a pressão sanguínea absoluta é menos importante que o **gradiente de pressão** – a diferença de pressão de uma extremidade à outra do vaso. O maior gradiente de pressão é encontrado entre a base da aorta e as extremidades proximais dos leitos capilares periféricos. Centros de controle circulatórios podem alterar esse gradiente e, assim, mudar a frequência do fluxo sanguíneo capilar, por meio do ajuste do débito cardíaco e da resistência periférica.

1 A pressão arterial não é constante; aumenta durante a sístole ventricular e diminui durante a diástole ventricular, à medida que as paredes arteriais elásticas se distendem e recuam, voltando à posição original. A pressão sanguínea máxima medida durante a sístole ventricular é chamada de **pressão sistólica**, e a pressão sanguínea mínima no fim da diástole ventricular é chamada de **pressão diastólica**. Ao medir a pressão sanguínea registramos os valores das pressões sistólica e diastólica separados por uma barra. Assim, neste exemplo, a pressão é registrada como 120/90 (leia-se "cento e vinte por noventa" ou "doze por nove").



2 A **troca capilar** envolve os processos de filtração, difusão e osmose. A **pressão hidrostática capilar (PHC)** é a pressão sanguínea no leito capilar e é a força que promove a filtração. Ao longo de um capilar típico, a PHC propele água e as moléculas solúveis para fora da corrente sanguínea, em direção ao fluido intersticial. Apenas pequenos solutos podem atravessar o endotélio. Moléculas maiores, como as proteínas do plasma, permanecem na corrente sanguínea. Esse processo seletivo, determinado pelo tamanho das partículas de soluto é chamado **filtração**.

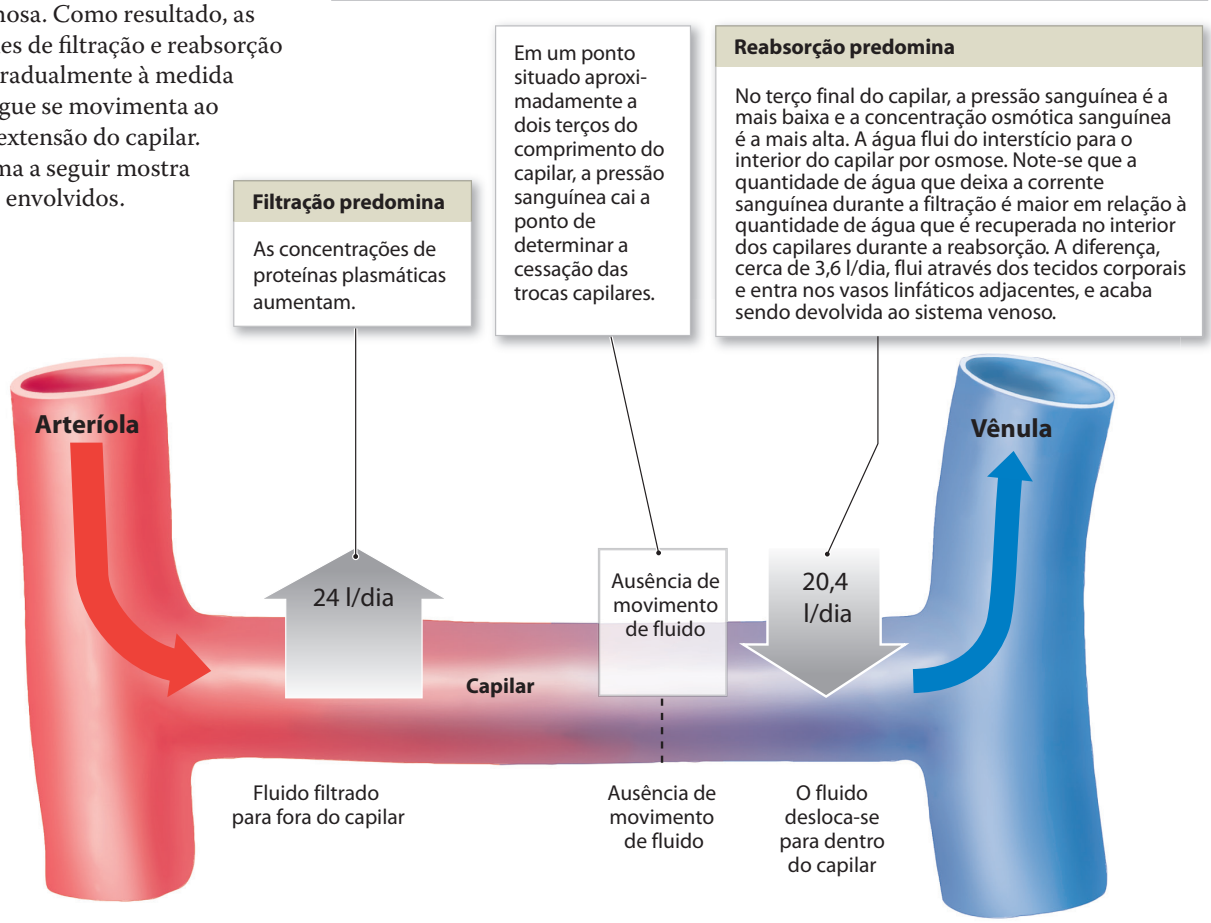


3 A difusão é o movimento de íons ou moléculas, a partir de uma área de maior concentração para outra, em que sua concentração é menor. A difusão ocorre mais rapidamente quando as distâncias envolvidas são curtas, o gradiente de concentração é grande e os íons ou moléculas envolvidas são pequenos. A difusão ocorre continuamente através de paredes dos capilares, mas substâncias diferentes usam rotas diferentes, como observado nesta tabela.

Vias de difusão através das paredes dos capilares

- Água, íons e pequenas moléculas orgânicas, como glicose, aminoácidos e ureia: normalmente entram ou saem da corrente sanguínea por difusão entre células endoteliais adjacentes ou através dos poros de capilares especiais.
- Muitos íons, incluindo sódio, potássio, cálcio e cloreto: difundem-se através de células endoteliais, passando através de canais nas membranas plasmáticas.
- Solutos maiores em geral não atravessam capilares comuns, porém podem entrar ou sair da corrente sanguínea por meio de capilares especiais, tais como aqueles encontrados no hipotálamo, rins, em diversos órgãos endócrinos e no intestino.
- Os lipídios (como ácidos graxos e esteroides) e materiais lipossolúveis (incluindo gases solúveis como o oxigênio e o dióxido de carbono): cruzam as paredes de capilares por difusão através das membranas plasmáticas endoteliais.
- Proteínas plasmáticas: normalmente não atravessam o revestimento endotelial de vasos comuns, porém o fazem nos sinusoides, como os do fígado, pelos quais as proteínas do plasma entram na corrente sanguínea.

4 Em um capilar, a pressão sanguínea diminui à medida que o sangue flui da extremidade arterial para a venosa. Como resultado, as velocidades de filtração e reabsorção mudam gradualmente à medida que o sangue se movimenta ao longo da extensão do capilar. O diagrama a seguir mostra os fatores envolvidos.



Revisão do Módulo 12.9

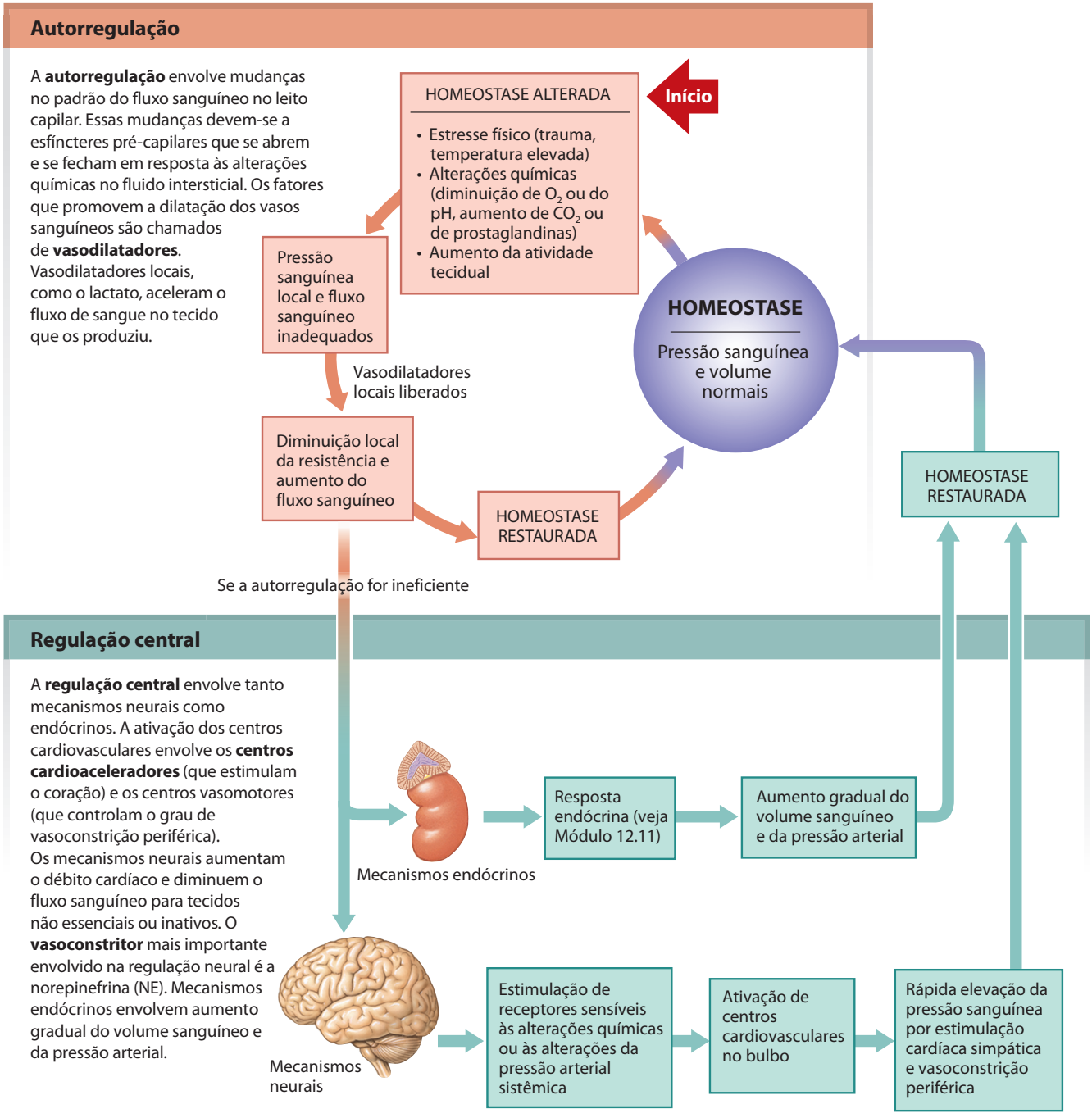
a. Defina fluxo sanguíneo e descreva sua relação com a pressão arterial e a resistência periférica.

b. Em um indivíduo saudável, a pressão sanguínea é mais elevada na aorta ou na veia cava inferior? Explique.

c. A quantidade de água que deixa o capilar é maior em comparação com a quantidade de água que é por ele absorvida. Qual o destino dessa quantidade de água excedente?

Os mecanismos de regulação cardiovascular respondem às alterações na pressão sanguínea

1 Os mecanismos homeostáticos regulam a atividade cardiovascular para assegurar que a **perfusão tecidual** – fluxo do sangue através dos tecidos – atenda às demandas por oxigênio e nutrientes. Há duas vias de regulação: (1) a autorregulação e, se esta for ineficiente, (2) a regulação por meio de mecanismos neurais e endócrinos.



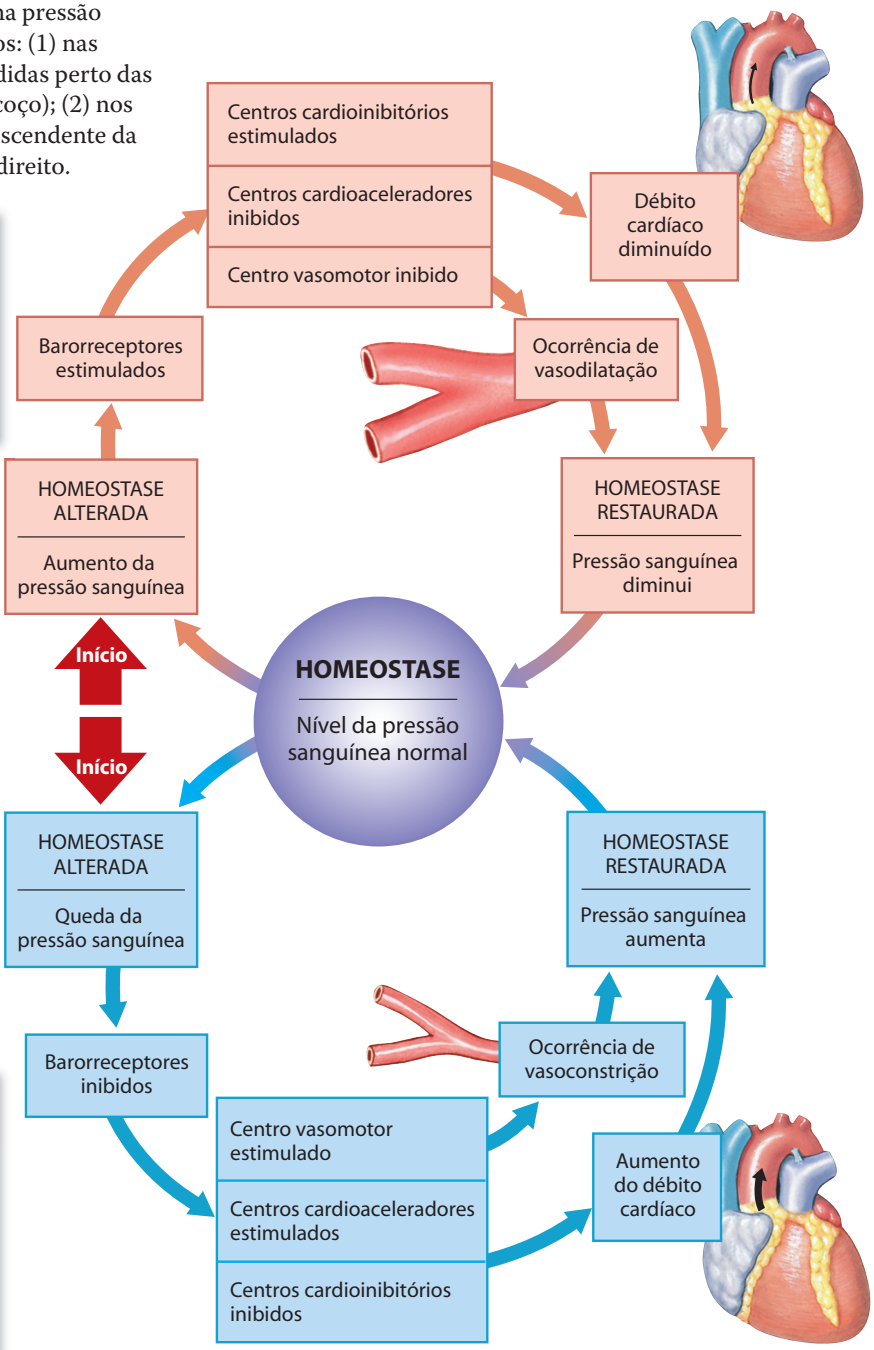
2 Os **reflexos barorreceptores** (*baro-*, pressão) são respostas do organismo às mudanças na pressão arterial. Os barorreceptores estão localizados: (1) nas paredes dos seios caróticos (câmaras expandidas perto das bases das artérias carótidas internas no pescoço); (2) nos seios da aorta (bolsas nas paredes da parte ascendente da aorta, adjacentes ao coração); e (3) no átrio direito.

Respostas ao aumento da estimulação dos barorreceptores

- Diminuição do débito cardíaco, em razão de estimulação parassimpática e inibição de atividade simpática.
- Vasodilatação periférica generalizada, decorrente da inibição dos centros vasomotores.

Respostas à diminuição da estimulação dos barorreceptores

- Aumento do débito cardíaco, em consequência da estimulação da inervação simpática para o coração em resposta ao estímulo dos centros cardioaceleradores concomitante com a inibição dos centros cardioinibitórios.
- Vasoconstrição periférica generalizada, causada por estímulo dos centros vasomotores.
- Em uma situação emergencial, por exemplo, um trauma com grande perda de sangue, ocorre ativação simpática; tanto a norepinefrina (NE) como a epinefrina (E) entram na circulação geral. O resultado é um aumento imediato no débito cardíaco e vasoconstrição generalizada, eventos que rapidamente promovem a elevação da pressão arterial.



Revisão do Módulo 12.10

a. Defina perfusão tecidual.

b. Descreva a autorregulação relacionada à função cardiovascular.

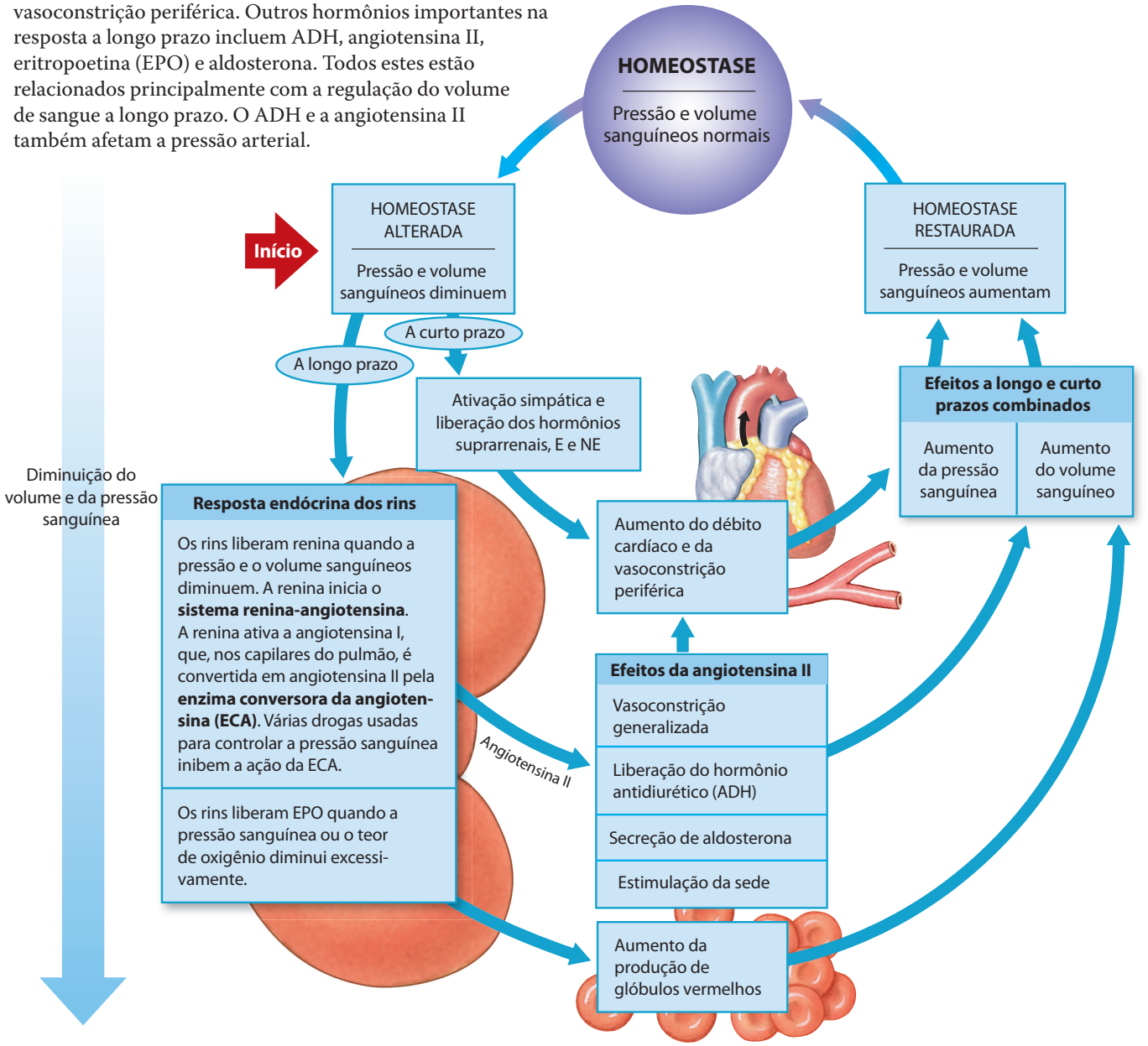
c. Explique a função dos reflexos barorreceptores.

12.11

As respostas endócrinas para diminuição da pressão e redução do volume sanguíneo...

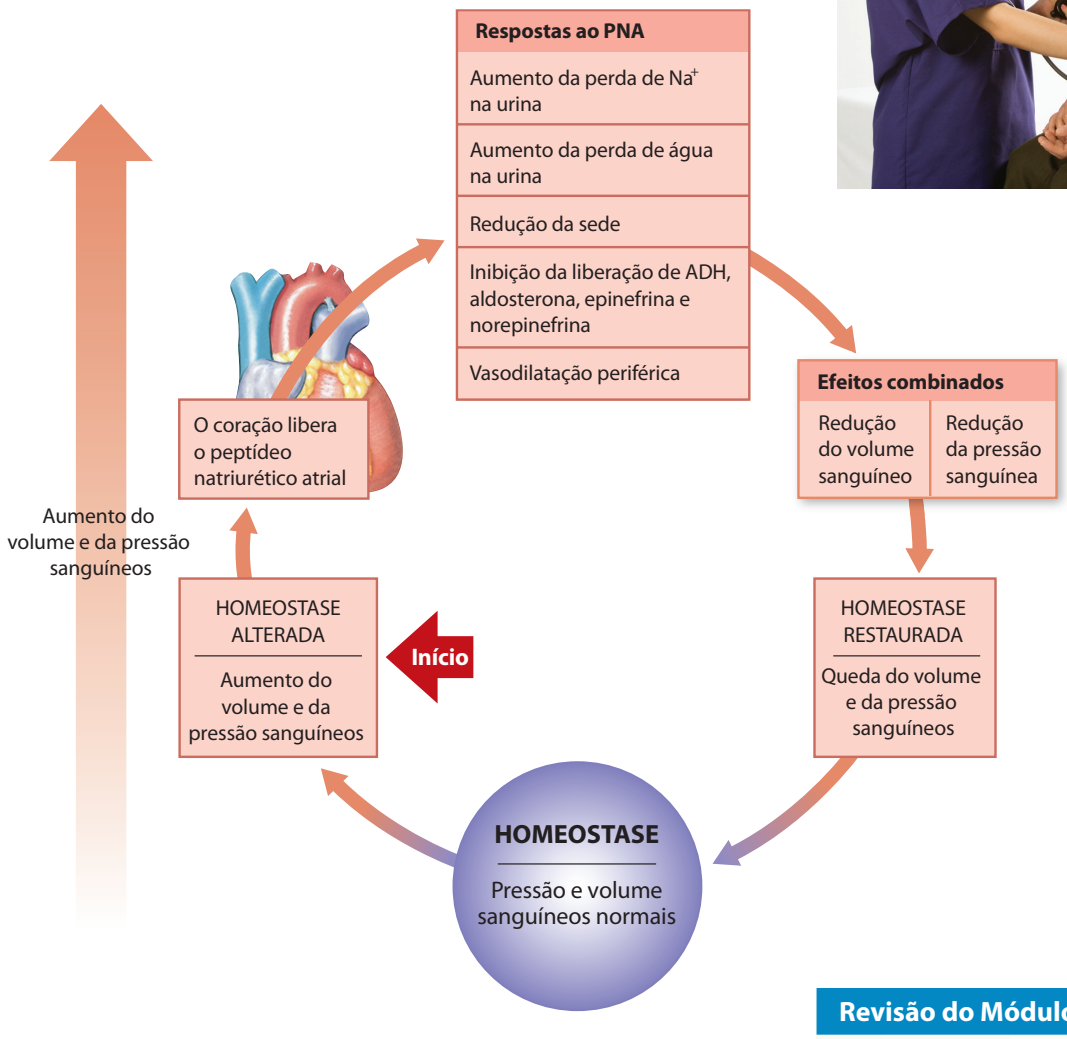
O sistema endócrino regula o desempenho cardiovascular por mecanismos rápidos e lentos, por meio das funções endócrinas do coração e dos rins, além das ações do hormônio antidiurético (ADH) liberado pela glândula hipófise.

1 Quando a pressão e o volume sanguíneos estão reduzidos a níveis inferiores ao normal, a medula da glândula suprarrenal imediatamente libera epinefrina (E) e norepinefrina (NE), aumentando o débito cardíaco e a vasoconstrição periférica. Outros hormônios importantes na resposta a longo prazo incluem ADH, angiotensina II, eritropoetina (EPO) e aldosterona. Todos estes estão relacionados principalmente com a regulação do volume de sangue a longo prazo. O ADH e a angiotensina II também afetam a pressão arterial.



... são muito diferentes das respostas para aumento da pressão e do volume sanguíneos

2 O volume sanguíneo aumentado exerce efeitos sobre as paredes do coração e desencadeia uma resposta específica. Quando as paredes do coração ficam excessivamente distendidas durante a diástole, as células musculares cardíacas liberam um hormônio peptídico. O **peptídeo natriurético atrial** (*natrium*, sódico + *ouresis*, micção), ou **PNA**, é produzido pelas células cardíacas musculares na parede do átrio direito. A queda do volume e da pressão sanguíneos reduz a tensão sobre as paredes do coração, e esse mecanismo cessa a produção de PNA.



Revisão do Módulo 12.11

a. Identifique os hormônios responsáveis pela regulação a curto prazo da diminuição da pressão e do volume sanguíneos.

b. Cite os hormônios envolvidos na regulação a longo prazo da diminuição da pressão e do volume sanguíneos.

c. Explique a reação do rim em resposta à vasoconstrição de artéria renal.

Os centros cardiovasculares ajustam o débito cardíaco e a distribuição sanguínea durante a atividade física

Em repouso

Em repouso, a média do débito cardíaco é de aproximadamente 5,8 l/min por ventrículo. Observe o padrão da distribuição sanguínea para os órgãos principais, especialmente os músculos esqueléticos, o cérebro e as vísceras abdominais.

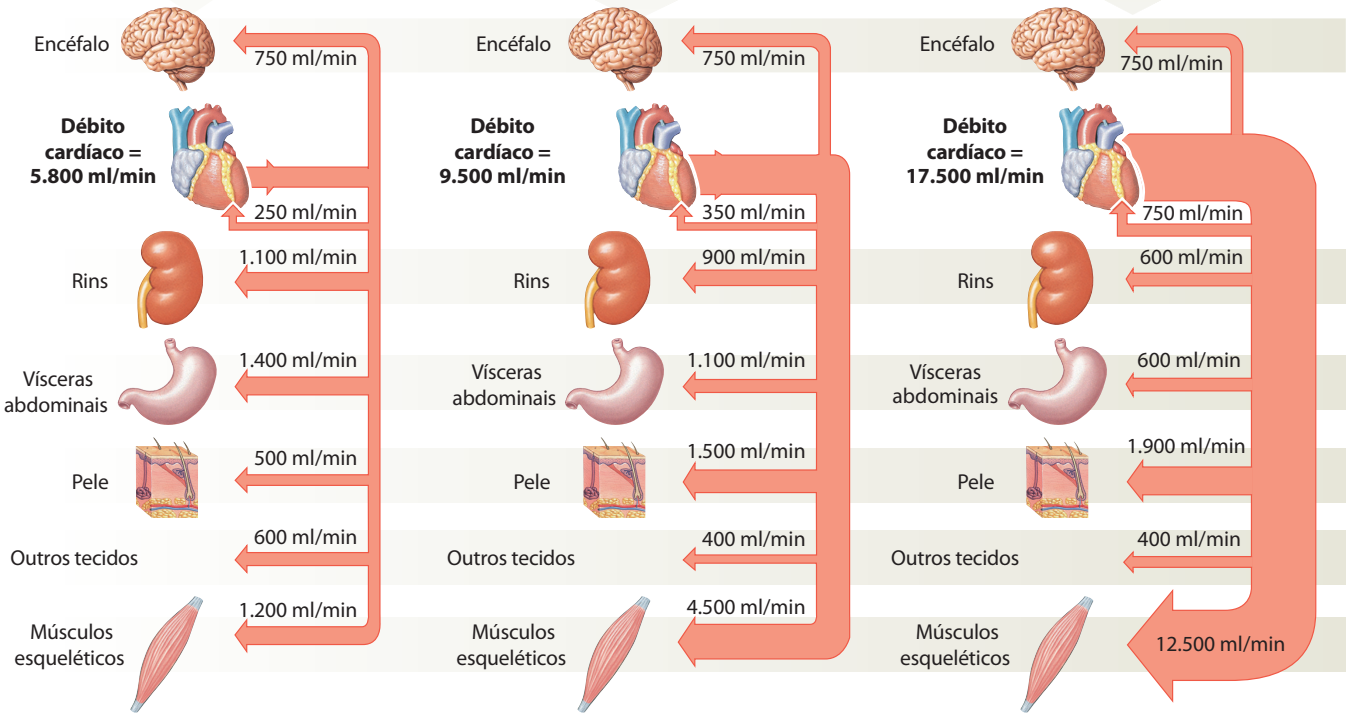
Atividade física leve

Quando você inicia uma atividade física leve, ocorrem três mudanças inter-relacionadas:

1. Vasodilatação, diminuição da resistência periférica e aumento do fluxo sanguíneo capilar.
2. Aumento do retorno venoso à medida que as contrações do músculo esquelético comprimem o sangue ao longo das veias periféricas. Ao mesmo tempo, cada inspiração cria uma pressão negativa na cavidade torácica, que puxa o sangue em direção às veias cavas. Esse mecanismo é chamado de **bomba respiratória**.
3. Aumento do débito cardíaco, principalmente em decorrência da elevação do retorno do venoso.

Atividade física intensa

Em níveis mais elevados de esforço, o débito cardíaco aumenta a níveis máximos. Alterações importantes na distribuição periférica do sangue permitem aumento significativo do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos e evitam diminuições da pressão sistêmica, potencialmente graves. Sob forte estimulação simpática, os centros vasomotores restringem severamente o fluxo de sangue para órgãos "não essenciais", como as vísceras abdominais. Embora o fluxo sanguíneo para a maioria dos tecidos diminua, a temperatura corporal e a perfusão cutânea aumentam, promovendo perda de calor. Apenas o suprimento de sangue para o cérebro permanece inalterado.



O desempenho cardiovascular melhora significativamente com o treinamento. Corações de atletas treinados são maiores, suas paredes musculares são mais espessas e seus volumes sistólicos são mais elevados em comparação com corações de não atletas. Como o débito cardíaco é igual ao volume sistólico multiplicado pela frequência cardíaca, em um dado débito cardíaco, quanto maior o volume sistólico, mais lenta será a frequência cardíaca. Um atleta em repouso pode manter o fluxo sanguíneo normal para os tecidos periféricos com frequência cardíaca tão baixa quanto 32 bpm e, quando necessário, o débito cardíaco de um atleta em atividade máxima pode aumentar os níveis em 50% acima dos níveis de não atletas.

Revisão do Módulo 12.12

a. Descreva a bomba respiratória.

b. Descreva as alterações no débito cardíaco e no fluxo sanguíneo durante atividades físicas.

c. Por que o fluxo sanguíneo para as vísceras diminui durante atividades físicas?

O ECG pode revelar arritmias cardíacas

Apesar da variedade de equipamentos sofisticados disponíveis para avaliar a função cardíaca, na maioria dos casos o ECG fornece a informação de diagnóstico mais importante. A análise do ECG é especialmente útil na detecção e no diagnóstico de **arritmias cardíacas** – padrões anormais na atividade elétrica cardíaca. Arritmias momentâneas não são necessariamente um risco importante; cerca de 5% dos indivíduos saudáveis apresentam alguns batimentos cardíacos anormais no decorrer do dia. Problemas clínicos aparecem quando as arritmias reduzem a eficiência da função de bombeamento do coração. Descrevemos aqui várias arritmias importantes.

ECG normal

Contrações atriais prematuras (CAP)

As **contrações atriais prematuras (CAP)** podem ocorrer em indivíduos saudáveis. Em uma CAP, o ritmo atrial normal é momentaneamente interrompido por uma contração atrial "extra". O estresse, a cafeína e vários medicamentos podem aumentar a incidência de CAP, presumivelmente pelo aumento da permeabilidade da membrana do nó SA. O impulso propaga-se ao longo da via de condução e uma contração ventricular normal segue o ritmo atrial.

Taquicardia atrial paroxística (TAP)

Na **taquicardia atrial paroxística**, ou **TAP**, a contração atrial prematura desencadeia uma sequência de contrações atriais. Os ventrículos acompanham o ritmo da atividade atrial aumentada e a frequência cardíaca salta para cerca de 180 batimentos por minuto.

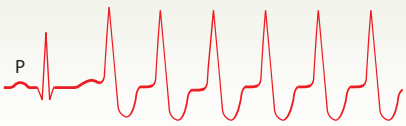
Fibrilação atrial (FA)

Durante a **fibrilação atrial**, ou **FA**, os impulsos propagam-se pelo átrio a frequências de, talvez, 500 bpm. A parede atrial, em vez de produzir uma contração organizada, apresenta um tipo de tremor. A contração ventricular não pode acompanhar a frequência atrial e pode permanecer dentro dos limites normais. Embora os átrios não estejam bombeando sangue adequadamente durante o tremor, sua contribuição normal para aumentar o volume de sangue no ventrículo é tão pequena que sua disfunção pode passar despercebida em indivíduos mais idosos.

Contrações ventriculares prematuras (CVP)

As **contrações ventriculares prematuras (CVP)** ocorrem quando uma fibra de Purkinje ou uma célula do miocárdio ventricular se despolariza e desencadeia uma contração prematura. As CVPs isoladas são um tipo comum de batimento cardíaco e não representam risco. A célula responsável é denominada **marca-passo ectópico**. Um marca-passo ectópico é qualquer marca-passo diferente do nó sinoatrial. A epinefrina, as drogas estimulantes, a cafeína e as mudanças iônicas que despolarizam as membranas celulares do músculo cardíaco podem aumentar a frequência de CVP.

Taquicardia ventricular (TV)



A **taquicardia ventricular (TV)** é definida como quatro ou mais CVPs seguidas entre dois batimentos cardíacos normais. A ocorrência de várias CPVs sequenciais e de TV podem indicar a existência de problema cardíaco grave.

Fibrilação ventricular (FV)

A **fibrilação ventricular (FV)** é responsável pela condição conhecida como **parada cardíaca**. A FV tem alto risco de fatalidade porque o tremor dos ventrículos impede o bombeamento do sangue.

Revisão do Módulo 12.13

a. Defina arritmias cardíacas.

b. Por que a fibrilação ventricular é fatal?

c. Qual condição é caracterizada pela contração atrial prematura que desencadeia uma sequência de contrações atriais?

1. Resposta objetiva

Quais são os três principais fatores que influenciam na pressão sanguínea e no fluxo sanguíneo? _____

_____

2. Atividade de associação

Relacione os termos com a descrição correspondente.

- Autorregulação
- Retorno venoso
- Vasodilatadores locais
- Peptídeo natriurético atrial
- Vasoconstrição
- Barorreceptores
- ECA
- Pressão hidrostática capilar
- Bulbo
- Parada cardíaca
- Pressão de pulso
- Vasodilatação

a _____ Detecta alterações na pressão arterial

b _____ Centro vasomotor inibido

c _____ Auxiliado por alterações na pressão torácica, em razão de respiração e atividade muscular esquelética

d _____ Causa respostas homeostáticas locais imediatas

e _____ Diminuição de O_2 e aumento de CO_2 no tecido

f _____ Inibido por vários medicamentos para controlar a pressão sanguínea elevada

g _____ Centro vasomotor estimulado

h _____ Diferença entre pressões sistólica e diastólica

i _____ Fibrilação ventricular

j _____ Filtra a água para fora de um capilar

k _____ Liberação desencadeada pelo volume de sangue excessivo quando as paredes do coração estão anormalmente distendidas

l _____ Centros cardiovasculares

3. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item melhor para completar cada afirmação.

a Dentre os seguintes vasos sanguíneos, a maior queda da pressão arterial ocorre _____.

- nos capilares
- nas veias
- nas vênulas
- nas arteríolas

b A regulação neural do débito cardíaco envolve principalmente _____.

- o sistema nervoso somático
- o sistema nervoso central
- o sistema nervoso autônomo
- todos os sistemas

c A regulação hormonal pelo ADH, pela epinefrina, pela angiotensina II e pela norepinefrina resulta em _____.

- diminuição da vasoconstrição periférica
- aumento da vasoconstrição periférica
- aumento da vasodilatação periférica
- todos os anteriores

d As três principais alterações inter-relacionadas que ocorrem no início da atividade física são _____.

- diminuição da vasodilatação, aumento do retorno venoso, aumento do débito cardíaco
- aumento da vasodilatação, diminuição do retorno venoso, elevacão do débito cardíaco
- diminuição da vasodilatação, redução do retorno venoso, queda do débito cardíaco
- aumento da vasodilatação, elevação do retorno venoso, aumento do débito cardíaco

e A única parte do corpo em que o fornecimento de sangue não se altera durante os exercícios em níveis máximos é o _____.

- coração
- encéfalo
- rim
- pele

f Os sistemas responsáveis pela modificação da frequência cardíaca e pela regulação da pressão sanguínea são os sistemas _____.

- respiratório e muscular
- respiratório e nervoso
- muscular e urinário
- nervoso e endócrino

4. Integração de seções

Explique por que a pressão arterial é mais elevada que a pressão venosa.

_____

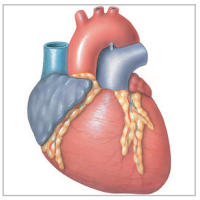
_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

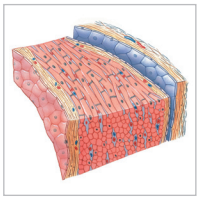
Estrutura do coração



- base
- ápice
- margem superior
- margem direita
- margem esquerda
- margem inferior

12.1

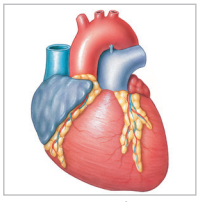
A parede do coração contém camadas concêntricas de tecido muscular cardíaco



- miocárdio
- endocárdio
- pericárdio parietal
- pericárdio
- epicárdio (pericárdio visceral)
- discos intercalares

12.2

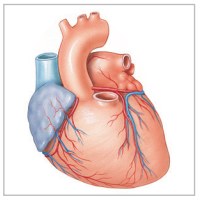
O coração está suspenso no interior da cavidade pericárdica; as margens das câmaras internas são visíveis na superfície externa



- mediastino
- grandes vasos
- pericardite
- face anterior
- sulcos
- aurícula
- sulco coronário
- ligamento arterioso
- sulco interventricular anterior
- face posterior
- seio coronário
- sulco interventricular posterior

12.3

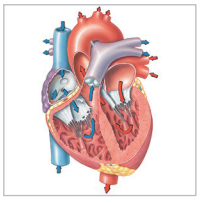
O coração recebe amplo suprimento de sangue



- artérias coronárias
- artéria coronária direita
- ramos marginais
- artéria coronária esquerda
- artéria interventricular anterior
- artéria circunflexa
- artéria interventricular posterior
- veias cardíacas anteriores
- veia cardíaca magna
- seio coronário
- veia cardíaca posterior
- veia cardíaca parva
- veia cardíaca média
- recuperação elástica

12.4

As valvas internas controlam a direção do fluxo do sangue entre as câmaras cardíacas

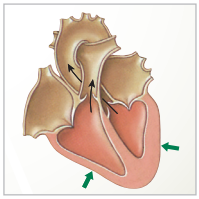


- septo interatrial
- septo interventricular
- valvas atrioventriculares (AV)
- fossa oval
- músculos pectíneos
- valva atrioventricular direita (tricúspide)
- cúspides
- cordas tendíneas
- músculos papilares
- valva do tronco pulmonar
- banda moderadora
- valva atrioventricular esquerda (bicúspide)
- valva mitral
- trabéculas cárneas
- valva da aorta
- seios da aorta
- valvas semilunares

• = *Termos em negrito neste módulo.*

12.5

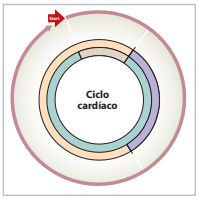
Danos ao miocárdio ou às valvas cardíacas podem comprometer a função cardíaca



- placa
- angioplastia por cateter balão
- doença arterial coronariana (DAC)
- isquemia coronariana
- trombo
- angiografia por subtração digital
- stent
- doença cardíaca valvular (VHD)
- cardites
- sons cardíacos (S_1-S_4)

SEÇÃO 2

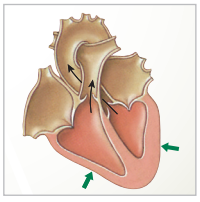
Ciclo cardíaco



- ciclo cardíaco
- sístole
- diástole

12.6

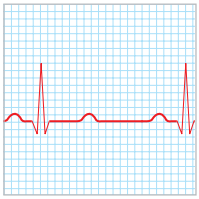
O ciclo cardíaco cria gradientes de pressão que mantêm o fluxo sanguíneo e é coordenado por células musculares cardíacas especializadas



- ciclo cardíaco
- sístole atrial
- diástole atrial
- sístole ventricular – primeira fase
- contração isovolumétrica
- sístole ventricular – segunda fase
- ejeção ventricular
- diástole ventricular – precoce
- relaxamento isovolumétrico
- diástole ventricular – tardia
- automaticidade
- sistema de condução
- nó sinoatrial (nó SA)
- vias internodais
- nó atrioventricular (AV)
- feixe AV
- ramos
- fibras de Purkinje

12.7

O sistema nervoso autônomo inerva o coração e um eletrocardiograma pode demonstrar a atividade cardíaca



- centro cardioinibidor
- centro cardioacelerador
- bradicardia
- taquicardia
- eletrocardiograma (ECG)
- onda P
- complexo QRS
- onda R
- onda T
- intervalo P-R
- intervalo Q-T

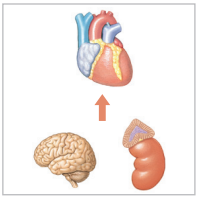
12.8

Ajustes na frequência cardíaca e no volume sistólico regulam o débito cardíaco

- débito cardíaco (DC)
- volume sistólico
- insuficiência cardíaca
- fatores que interferem na frequência cardíaca (FC)
- temperatura corporal
- regulação neural
- regulação hormonal
- retorno venoso
- tempo de enchimento
- lei de Starling do coração
- contratilidade

SEÇÃO 3

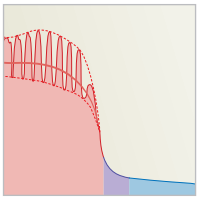
Coordenação entre débito cardíaco e fluxo sanguíneo periférico



- débito cardíaco
- pressão sanguínea
- pressão arterial
- pressão venosa
- resistência
- resistência periférica
- troca capilar
- retorno venoso
- regulações neural e hormonal

12.9

A pressão arterial e a resistência periférica determinam o fluxo sanguíneo e afetam as trocas capilares



- fluxo sanguíneo
- pressão sanguínea
- pressão arterial
- resistência periférica
- gradiente de pressão
- pressão sistólica
- pressão diastólica
- pressão de pulso
- troca capilar
- pressão hidrostática capilar (PHC)
- filtração
- difusão

12.10

Os mecanismos de regulação cardiovascular respondem às alterações na pressão sanguínea

- perfusão tecidual
- autorregulação
- vasodilatadores
- regulação central
- centros cardioaceleradores
- vasoconstritor
- reflexos barorreceptores

• = *Termos em negrito neste módulo.*

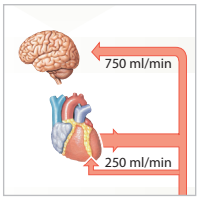
12.11

As respostas endócrinas para diminuição da pressão e redução do volume sanguíneo são muito diferentes das respostas para aumento da pressão e do volume sanguíneos

- sistema renina-angiotensina
- enzima conversora da angiotensina (ECA)
- peptídeo natriurético atrial (PNA)

12.12

Os centros cardiovasculares ajustam o débito cardíaco e a distribuição sanguínea durante a atividade física



- débito cardíaco
- bomba respiratória
- atividade física leve
- atividade física intensa

12.13

O ECG pode revelar arritmias cardíacas

- arritmias cardíacas
- contrações atriais prematuras (CAP)
- taquicardia atrial paroxística (TAP)
- fibrilação atrial (FA)
- contrações ventriculares prematuras (CVP)
- marca-passo ectópico
- taquicardia ventricular (TV)
- fibrilação ventricular (FV)
- parada cardíaca

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Técnico em radiologia

A PROFISSÃO

O técnico em radiologia opera equipamentos para a realização de exames de diagnóstico por imagem em clínicas, hospitais e unidades básicas de saúde, sob supervisão de equipe médica. Entre as competências da profissão estão a preparação e o posicionamento do paciente para os exames, o processamento dos filmes radiográficos e o auxílio ao médico que realiza procedimentos em diagnóstico por imagem, como a ultrassonografia, a ressonância magnética e a radioterapia.

O conhecimento de anatomia e fisiologia é essencial para que o registro das imagens seja o melhor possível, de modo a oferecer excelentes condições para a realização de um diagnóstico preciso.

Saiba mais

Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia – www.conter.gov.br

Catálogo nacional de cursos técnicos – MEC – http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et_ambiente_saude_seguranca/t_radiologia.php

Conselho Regional dos Técnicos em Radiologia – www.crtrsp.org.br

Essa carreira é ideal para você? O conhecimento técnico relacionado à operação dos equipamentos deve servir sempre ao aprimoramento dos cuidados dispensados ao paciente, a quem é fundamental transmitir segurança, explicando de modo detalhado e direto todo o processo do exame, a fim de evitar possíveis riscos ou desconfortos.

Formação O curso técnico exige nível médio de ensino e pode durar até três anos. A carga horária mínima é de 1.200 horas, estabelecida pelo

Ministério da Educação. Além de anatomia e fisiologia, o curso aborda temas nas áreas de nutrição, biossegurança e patologia. Em outra frente, propõe o estudo minucioso do funcionamento dos equipamentos radiológicos e de fundamentos nas áreas de física, informática e radiologia digital. Boa parte dos cursos também trata de temas relacionados a atendimento ao cliente e empreendedorismo.

Primordial à carreira, a segurança na operação de equipamentos emissores de radiação é estudada em disciplinas específicas. Em muitas instituições de ensino, as aulas práticas em operação de equipamentos são iniciadas já no segundo semestre do curso. O estágio, cuja carga horária corresponde a até um terço do total de horas do curso, é obrigatório e pode ser oferecido pela própria instituição. Em geral, logo no início do curso aprende-se a lidar com o contador Geiger, um equipamento que acompanha o técnico em radiologia ao longo de sua vida profissional, serve para aferir o nível de radiação e é utilizado para proteção radiológica, monitorando-o e mantendo-o dentro do intervalo recomendado. Para exercer a profissão, é obrigatório o registro no Conselho Regional de seu estado.

Remuneração média Segundo pesquisa realizada pelo instituto Datafolha em 2013, a média salarial do cargo de técnico em radiologia era de R$ 1.650,00.

Perspectivas profissionais A área de trabalho abrange os serviços de radiologia de diversos tipos de instituições de saúde, como hospitais, ambulatórios, laboratórios de análises clínicas e unidades básicas de saúde. Ganha pontos na carreira o técnico que busca sempre novas especializações, mantendo-se em dia com o constante e rápido progresso das tecnologias em diagnóstico por imagem.

O contato permanente com a radiação pode ter efeitos nocivos à saúde. Por isso, a lei brasileira garante ao técnico em radiologia um limite de 24 horas de trabalho semanais e férias semestrais de 20 dias, além de vantagens na obtenção da aposentadoria, que variam de acordo com o tempo trabalhado na função. Um complemento possível à carreira é a realização de curso superior de Radiologia, oferecido por algumas instituições. Por conferir titulação mais alta, o curso universitário trabalha de modo mais aprofundado os temas abordados no curso de nível técnico.

Fontes consultadas:

Catálogo nacional de cursos técnicos do Ministério da Educação. Disponível em: < http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et_ambiente_saude_seguranca/t_radiologia.php >. Acesso em: 24 mar. 2014.

Página do curso Técnico em Radiologia do Hospital Albert Einstein. Disponível em: <www.einstein.br/ensino/escola-tecnica/Paginas/tecnico-em-radiologia.aspx>. Acesso em: 24 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

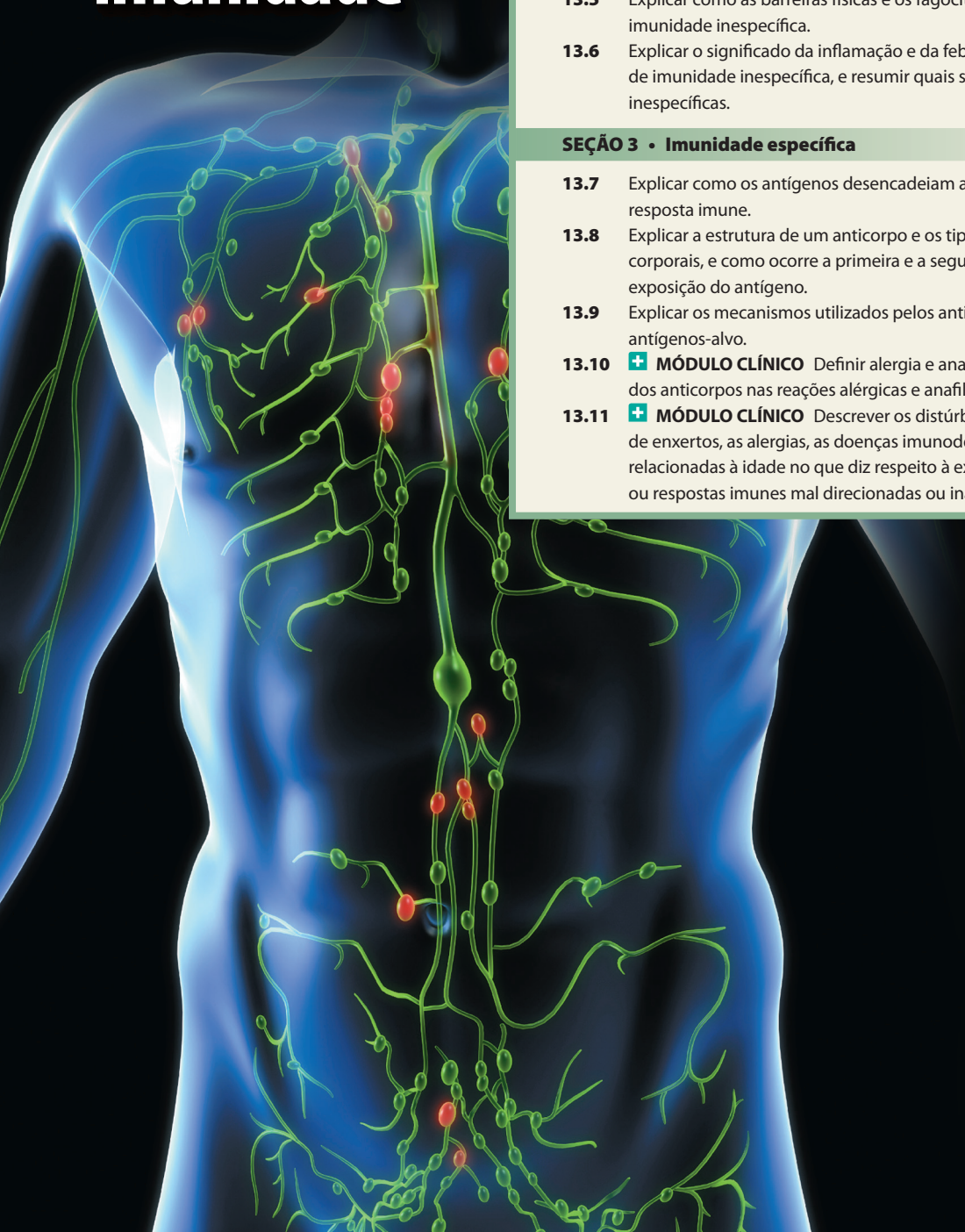
Capítulo 12 – Questões de revisão

1. Descreva as relações das quatro câmaras cardíacas com os circuitos pulmonar e sistêmico.
2. Por que o débito cardíaco só pode aumentar até determinado limite?
3. O traçado do ECG de um paciente mostra um padrão consistente de duas ondas P seguidas de um complexo QRS normal e onda T. Qual é a causa desse padrão de onda anormal?
4. Foram tomadas as seguintes medidas em dois indivíduos (os valores registrados mantiveram-se estáveis durante 1 hora):
   - Pessoa A: frequência cardíaca de 75 bpm; volume sistólico de 60 ml
   - Pessoa B: frequência cardíaca de 90 bpm; volume sistólico de 95 ml
   - Qual pessoa apresenta maior retorno venoso? Qual pessoa apresenta maior tempo de enchimento ventricular?
5. Karen está tomando verapamil, medicamento cardíaco que provoca diminuição da força de contração. Que efeito esse medicamento deve ter sobre o volume sistólico de Karen?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

13

Sistema linfático e imunidade



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia do sistema linfático

13.1 Escrever a estrutura e a função dos vasos linfáticos principais, a sua relação com os vasos sanguíneos e o modo como a linfa flui no corpo.

13.2 Descrever os vasos coletores de linfa, identificar as estruturas que drenam a linfa para o sistema venoso e explicar o linfedema.

13.3 Definir linfopoiese e conceituar os tipos de linfócitos, sua importância e sua distribuição no organismo.

13.4 Identificar e descrever os tecidos linfáticos e os órgãos linfáticos, e traçar o percurso do fluxo da linfa através de um linfonodo.

SEÇÃO 2 • Imunidade inespecífica

13.5 Explicar como as barreiras físicas e os fagócitos desempenham papel na imunidade inespecífica.

13.6 Explicar o significado da inflamação e da febre como mecanismos de imunidade inespecífica, e resumir quais são os tipos de defesas inespecíficas.

SEÇÃO 3 • Imunidade específica

13.7 Explicar como os antígenos desencadeiam a imunidade específica e a resposta imune.

13.8 Explicar a estrutura de um anticorpo e os tipos de anticorpos nos fluidos corporais, e como ocorre a primeira e a segunda respostas imunes à exposição do antígeno.

13.9 Explicar os mecanismos utilizados pelos anticorpos para destruir antígenos-alvo.

13.10 **MÓDULO CLÍNICO** Definir alergia e anafilaxia, e descrever o papel dos anticorpos nas reações alérgicas e anafiláticas.

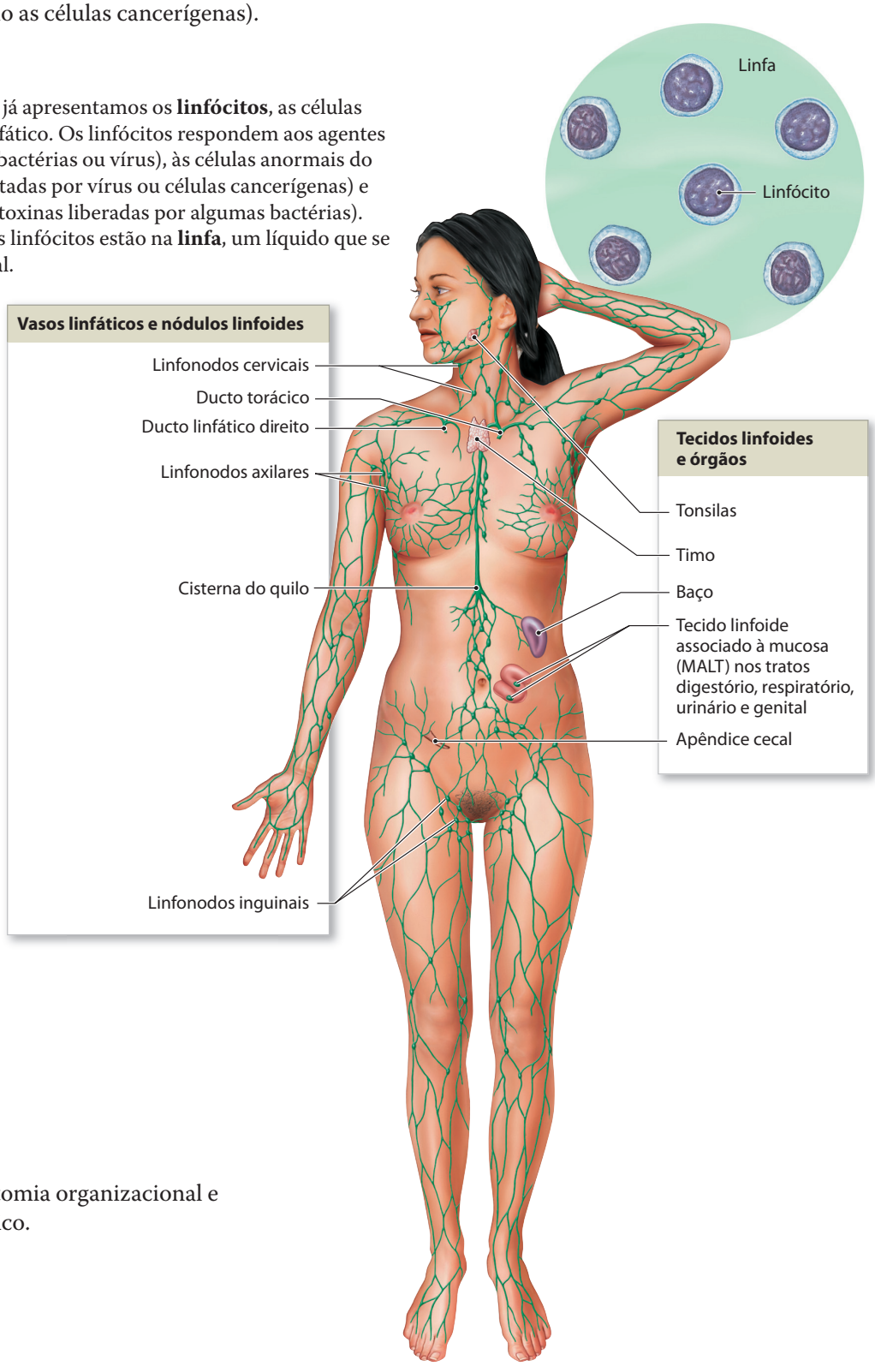
13.11 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever os distúrbios autoimunes, a rejeição de enxertos, as alergias, as doenças imunodeficitárias e as mudanças relacionadas à idade no que diz respeito à exacerbação da resposta imune ou respostas imunes mal direcionadas ou inadequadas.

Anatomia do sistema linfático

O **sistema linfático** inclui as células, os tecidos e os órgãos que protegem o corpo tanto dos perigos do ambiente (como vários microrganismos) quanto das ameaças internas (como as células cancerígenas).

1 Em capítulos anteriores, já apresentamos os **linfócitos**, as células principais do sistema linfático. Os linfócitos respondem aos agentes patogênicos invasores (como bactérias ou vírus), às células anormais do corpo (tais como células infectadas por vírus ou células cancerígenas) e proteínas estranhas (como as toxinas liberadas por algumas bactérias). Dentro do sistema linfático, os linfócitos estão na **linfa**, um líquido que se assemelha ao fluido intersticial.

2 O sistema linfático consiste de uma rede de **vasos linfáticos**, muitas vezes chamada apenas de **linfáticos**, que começam nos tecidos periféricos e terminam como tributárias das veias. O sistema linfático também se refere aos tecidos e aos órgãos linfoides espalhados por todo o corpo. A maior parte dos linfócitos do nosso corpo é produzida e armazenada dentro desses tecidos e órgãos linfoides. No entanto, também os linfócitos são produzidos em áreas da medula óssea vermelha, com outras células de defesa, tais como os monócitos e os macrófagos.

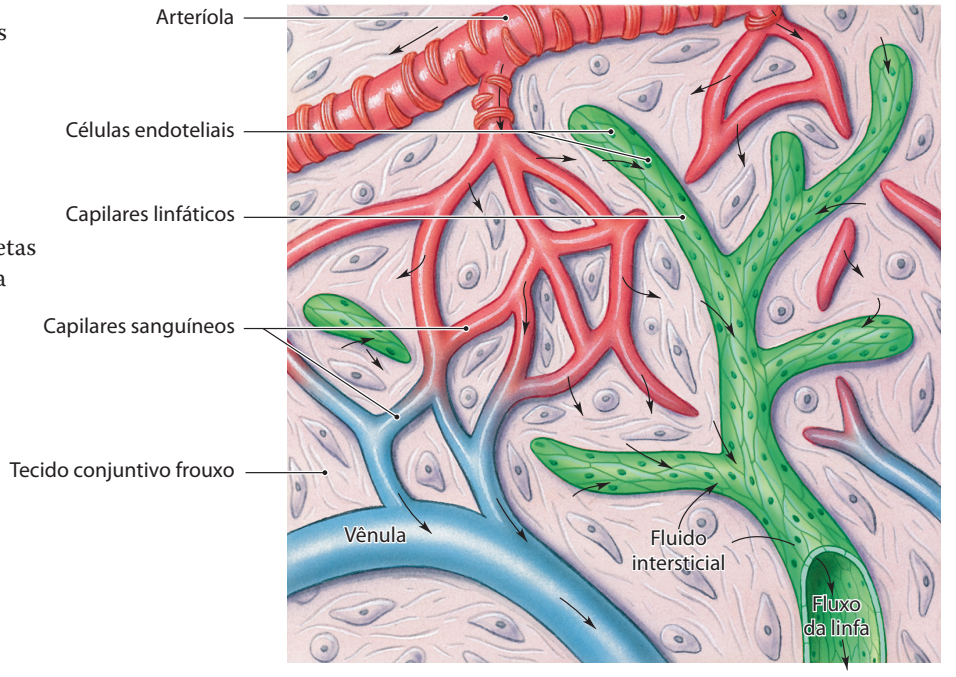


Esta seção considera a anatomia organizacional e funcional do sistema linfático.

O fluido intersticial flui para dentro dos capilares linfáticos, formando a linfa dentro dos vasos linfáticos

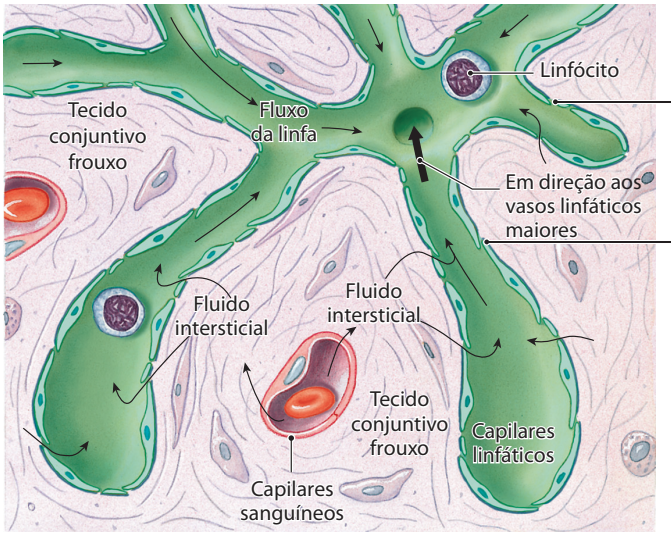
Os **vasos linfáticos** transportam linfa de tecidos periféricos para o sistema venoso. A rede linfática começa com os **capilares linfáticos**, que se ramificam nos tecidos periféricos.

1 Os capilares linfáticos são encontrados em quase todos os tecidos e órgãos do corpo. Como mostrado aqui, estão intimamente associados aos capilares sanguíneos dentro desses tecidos. O fluido intersticial flui continuamente para dentro dos capilares linfáticos, nos quais passa a constituir a **linfa**. As setas indicam o movimento do fluido para fora dos capilares e o fluxo do fluido intersticial e da linfa.



2 Os capilares linfáticos diferem dos capilares sanguíneos nos seguintes aspectos:

1) originam-se em fundo cego, em vez de formar vasos contínuos;
2) têm diâmetro maior;
3) têm paredes mais finas;
4) normalmente aparecem achatados ou irregulares em vista seccional.

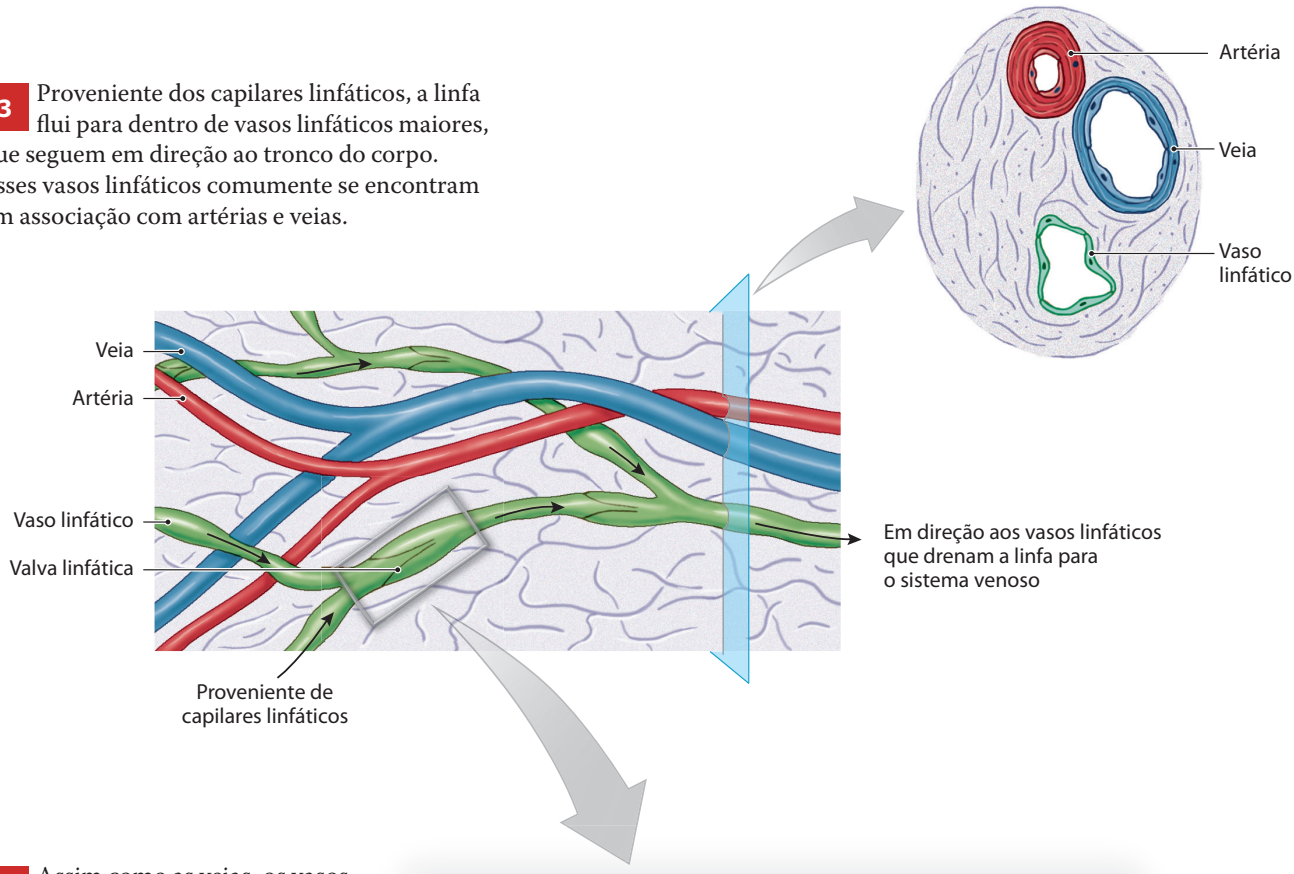


Vista seccional

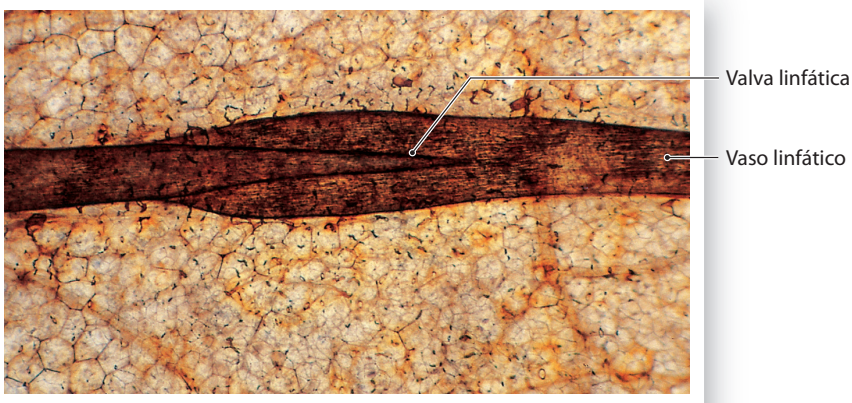
Embora os capilares linfáticos sejam revestidos por células endoteliais, a membrana basal é incompleta ou totalmente ausente.

As células endoteliais de um capilar linfático são sobrepostas. A região de sobreposição atua como uma válvula unidirecional, permitindo a entrada de fluidos e solutos (incluindo proteínas), assim como de vírus, bactérias e detritos celulares, mas impedindo o seu retorno para os espaços intercelulares.

3 Proveniente dos capilares linfáticos, a linfa flui para dentro de vasos linfáticos maiores, que seguem em direção ao tronco do corpo. Esses vasos linfáticos comumente se encontram em associação com artérias e veias.



4 Assim como as veias, os vasos linfáticos maiores contêm valvas. As valvas são bem próximas umas das outras, e na região de cada valva o vaso linfático está visivelmente dilatado. Como resultado, um grande vaso linfático se assemelha a um cordão de pérolas. As pressões no interior dos vasos linfáticos são muito baixas, e as valvas são necessárias para manter o fluxo normal da linfa em direção à cavidade torácica e evitar o refluxo.



Valva de um vaso linfático LM × 65

As áreas do corpo sem suprimento sanguíneo, como a córnea do olho, não possuem capilares linfáticos. A medula óssea vermelha e o sistema nervoso central também carecem de vasos linfáticos.

Revisão do Módulo 13.1

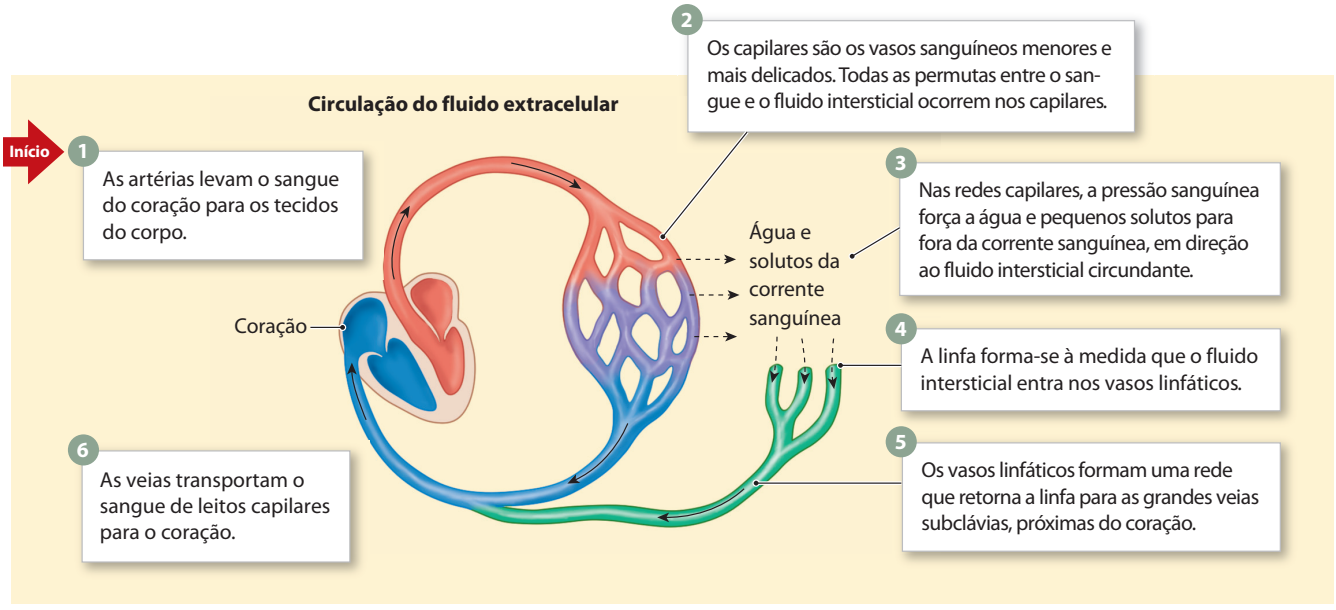
a. Qual é a função dos vasos linfáticos?

b. O que é linfa?

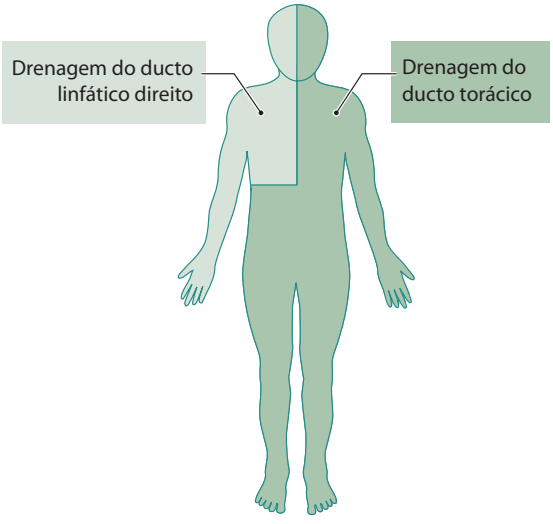
c. Qual é a função da sobreposição das células endoteliais nos capilares linfáticos?

Pequenos vasos linfáticos fundem-se para formar ductos linfáticos, que se abrem nas veias subclávias

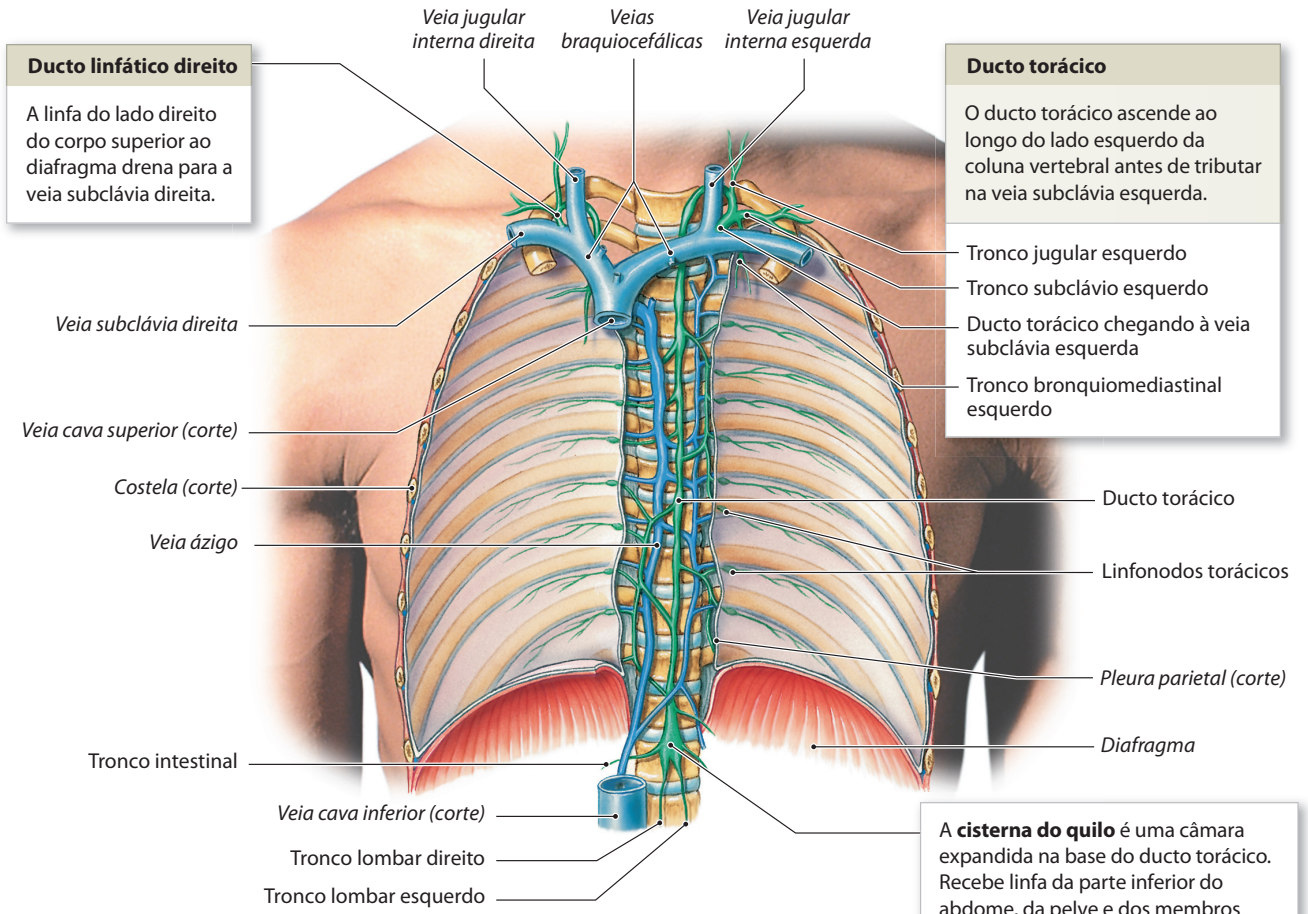
1 O **sangue** é normalmente confinado aos vasos do sistema cardiovascular e as contrações do coração o mantêm em movimento. Enquanto o sangue flui através dos tecidos corporais, a água e os solutos movem-se do plasma para o fluido intersticial circundante. A linfa forma-se à medida que o fluido intersticial drena para dentro dos vasos linfáticos, que começam nos tecidos periféricos e drenam no sistema venoso. Essa recirculação contínua do fluido intersticial é essencial para a homeostase porque: 1) ajuda a eliminar as diferenças locais nos níveis de nutrientes, resíduos e toxinas, 2) mantém o volume sanguíneo e 3) alerta o sistema imunológico de infecções que podem estar ocorrendo nos tecidos periféricos.



2 Vasos linfáticos superficiais e profundos convergem para formar vasos maiores chamados **troncos linfáticos**, que, por sua vez, drenam em dois grandes vasos coletores: o **ducto torácico** e o ducto linfático direito. O ducto torácico coleta a linfa do corpo inferior ao diafragma e do lado esquerdo superior ao diafragma. O **ducto linfático direito**, menor que o ducto torácico, coleta a linfa do lado direito do corpo, superiormente ao diafragma.



3 Esta ilustração mostra a relação entre os ductos linfáticos e o sistema venoso. O ducto torácico tributa na veia subclávia esquerda. O ducto linfático direito drena para a veia subclávia direita.



4 A drenagem linfática bloqueada produz o **linfedema**, uma condição resultante do acúmulo de fluidos intersticiais e que torna a área afetada gradualmente inchada e nitidamente distendida. O linfedema, com frequência, afeta um membro, como nesta foto, embora ele possa ocorrer em outros locais. Se a condição persiste, os tecidos conjuntivos perdem sua elasticidade e o edema torna-se permanente. Como os fluidos intersticiais são essencialmente estagnantes, toxinas e agentes patogênicos podem acumular-se e reprimir as defesas locais, impedindo a ativação completa do sistema imunológico.

Revisão do Módulo 13.2

a. Nomeie os dois grandes ductos linfáticos, nos quais os troncos linfáticos drenam.

b. Descreva a região corporal de drenagem do ducto linfático direito e a do ducto torácico.

c. Explique o linfedema.

Os linfócitos são os responsáveis pelas funções imunológicas do sistema linfático

Os linfócitos correspondem entre 20% e 40% dos leucócitos circulantes. No entanto, os linfócitos circulantes são apenas uma pequena fração da população total de linfócitos. O corpo contém aproximadamente 10^{12} linfócitos, somando mais de um quilo.

1 Três classes de linfócitos circulam no sangue. Embora cada classe possua características bioquímicas e funcionais distintas, todas são sensíveis a elementos específicos chamados de **antígenos**. Em sua maioria, os antígenos são patógenos, partes ou produtos de patógenos, ou ainda outras substâncias estranhas. Em sua maioria, os antígenos são proteínas, mas alguns lipídios, polissacarídeos ou ácidos nucleicos também podem atuar como antígenos. Um antígeno estimula uma resposta imune, que acaba por destruir a substância ou os patógenos relacionados àquele antígeno.

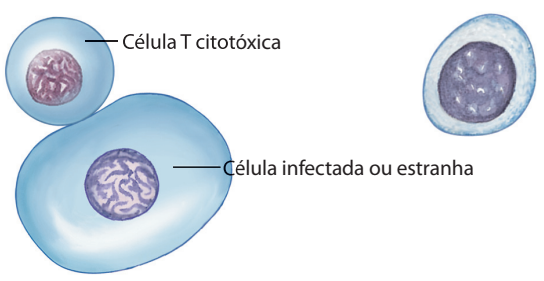
Classes de linfócitos

Células ou linfócitos T

Aproximadamente 80% dos linfócitos circulantes são classificados como **células T**. Existem muitos tipos diferentes de linfócitos T, mas vamos concentrar nossa atenção em três categorias principais.

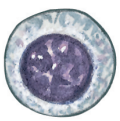
Linfócitos T citotóxicos

Os **linfócitos T citotóxicos** atacam células estranhas ou células corporais infectadas por vírus. Seu ataque geralmente é por contato direto. Os linfócitos T citotóxicos são as principais células envolvidas na produção da **imunidade mediada por células** (imunidade celular).



Linfócitos T helper

Os **linfócitos T helper** estimulam a ativação e a função das células T e B.

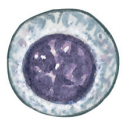


Linfócitos T supressores

Os **linfócitos T supressores** inibem a ativação e a função tanto dos linfócitos T como dos linfócitos B. A interação entre os linfócitos T e os linfócitos T helper ajuda a estabelecer e a controlar a sensibilidade da resposta imune.

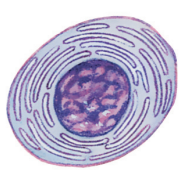
Células ou linfócitos B

As **células B** são responsáveis por 10% a 15% dos linfócitos circulantes.



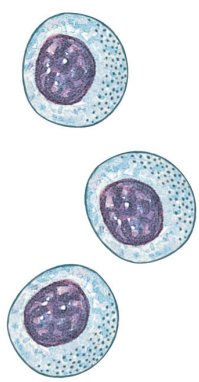
Plasmócitos

Quando estimuladas, as células B podem diferenciar-se em **plasmócitos**, que produzem e secretam proteínas chamadas de anticorpos. As células B são responsáveis pela **imunidade mediada por anticorpos** (imunidade humoral), porque os anticorpos circulam amplamente em fluidos corporais e atacam alvos espalhados pelo corpo. Algumas células B não se diferenciam em plasmócitos e, em vez disso, tornam-se **células B de memória**, que permanecem na reserva para lidar com novas infecções causadas pelo mesmo antígeno.

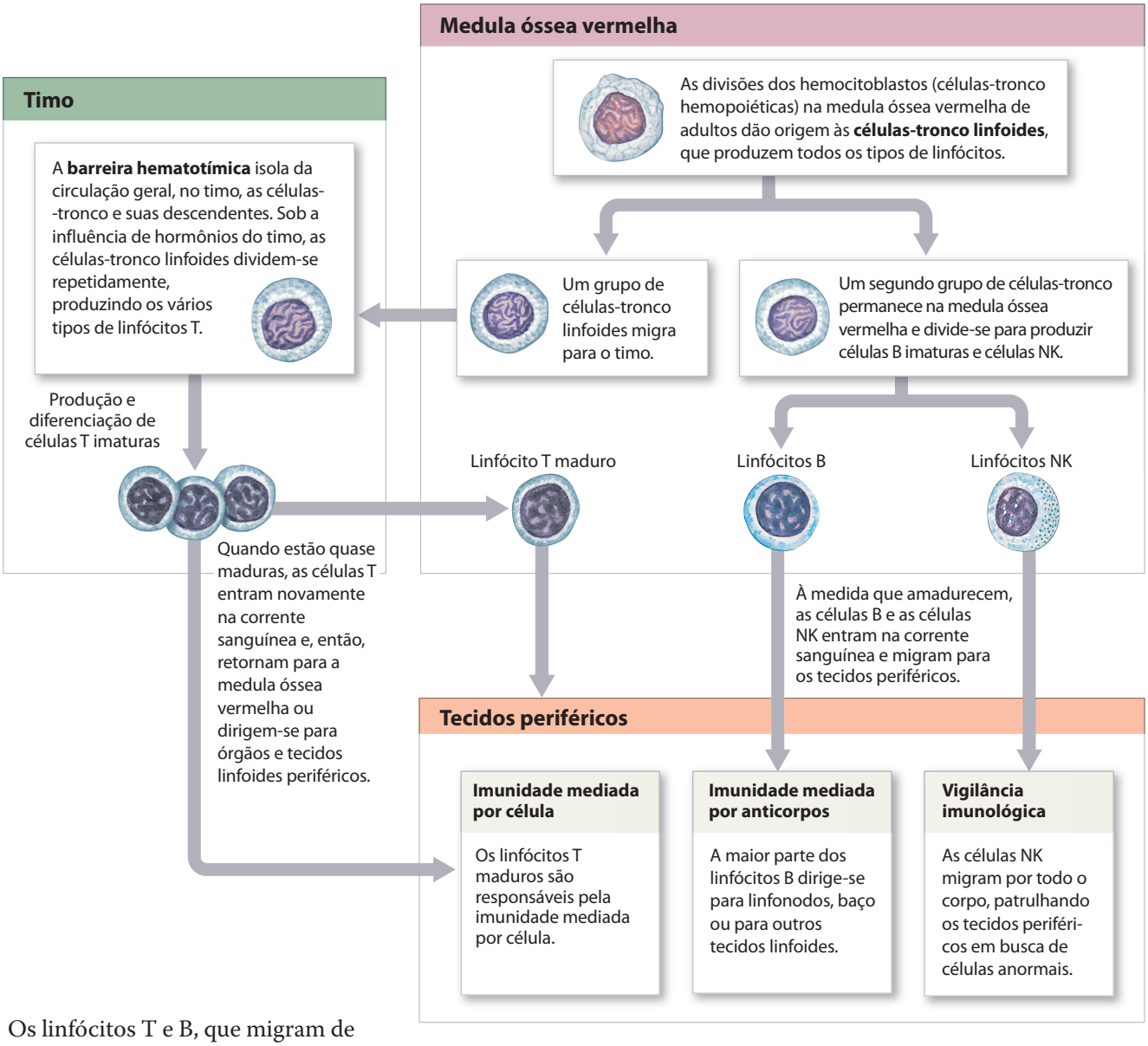


Células ou linfócitos NK

Dos linfócitos circulantes, 5% a 10% são **células NK (*natural killers*)**. Esses linfócitos atacam células estranhas, células do corpo infectadas com vírus e células cancerígenas que podem surgir em tecidos normais. Seu monitoramento contínuo dos tecidos periféricos é chamado de **vigilância imunológica**.



2 Em adultos, a eritropoiese (formação das células vermelhas do sangue) normalmente se limita à medula óssea vermelha. No entanto, a produção de linfócitos, ou **linfopoiese**, envolve a medula óssea vermelha, o timo e os tecidos linfoides periféricos. A medula óssea vermelha é a principal responsável pela manutenção das populações de linfócitos normais.



Os linfócitos T e B, que migram de seus locais de origem, mantêm a sua capacidade de se dividir. Suas divisões produzem células-filhas do mesmo tipo. Por exemplo, uma célula B produz outras células B, mas não células T ou células NK. A capacidade que tipos específicos de linfócitos têm de aumentar em número é crucial para o sucesso da resposta imune.

Revisão do Módulo 13.3

a. Identifique as três classes principais de linfócitos.

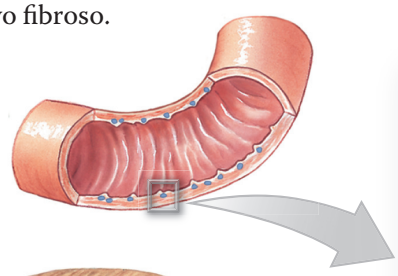
b. Quais células são responsáveis pela imunidade mediada por anticorpos?

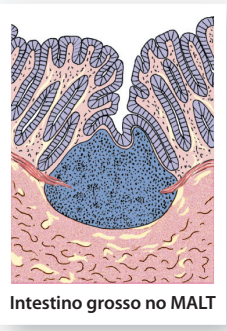
c. Quais tecidos estão envolvidos na linfopoiese?

Os linfócitos nos tecidos linfoides e os órgãos linfoides protegem o corpo contra patógenos e toxinas

O tecido linfoide é composto pelo tecido conjuntivo frouxo reticular povoado por linfócitos. Nódulos linfoides são massas esféricas de tecido linfoide. Em contraste, os órgãos linfoides (linfonodos, timo e baço) são separados dos tecidos adjacentes por uma cápsula de tecido conjuntivo fibroso.

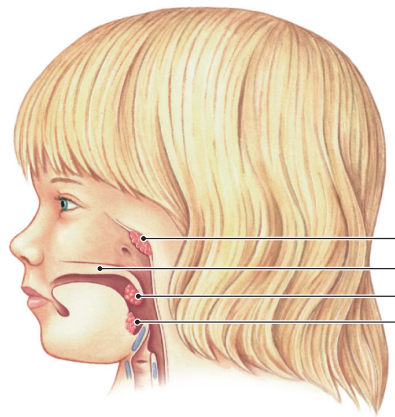
1 Os sistemas digestório, respiratório, urinário e genital comunicam-se com o ambiente externo, que contém patógenos e toxinas perigosas. Aglomerados de nódulos linfoides são encontrados sob os epitélios que revestem esses órgãos. Esses aglomerados linfoides, que protegem os órgãos contra patógenos e toxinas, formam o **tecido linfoide associado à mucosa (MALT)**.



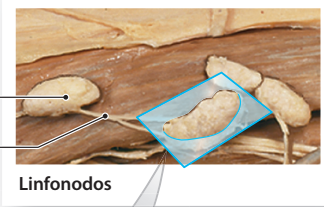


Intestino grosso no MALT

2 As **tonsilas** são grandes nódulos linfoides nas paredes da faringe. Uma única **tonsila faríngea**, frequentemente chamada de adenoide, está localizada na parede posterior superior da nasofaringe. As **tonsilas palatinas** estão localizadas na margem posteroinferior da cavidade oral, ao longo do limite com a faringe. Um par de **tonsilas linguais** está localizado mais profundamente, junto à mucosa que reveste a base da língua. Em virtude de sua localização, as tonsilas linguais geralmente não são visíveis, a menos que fiquem infeccionadas ou inchadas, uma condição conhecida como **tonsilite**.



3 Os **linfonodos** são pequenos órgãos linfoides em forma de feijão. Funcionam como um filtro de água da cozinha, purificando a linfa antes que ela chegue à circulação venosa. À medida que a linfa flui através de um linfonodo, pelo menos 99% dos antígenos da linfa são removidos, e as respostas imunológicas só são estimuladas quando necessário.



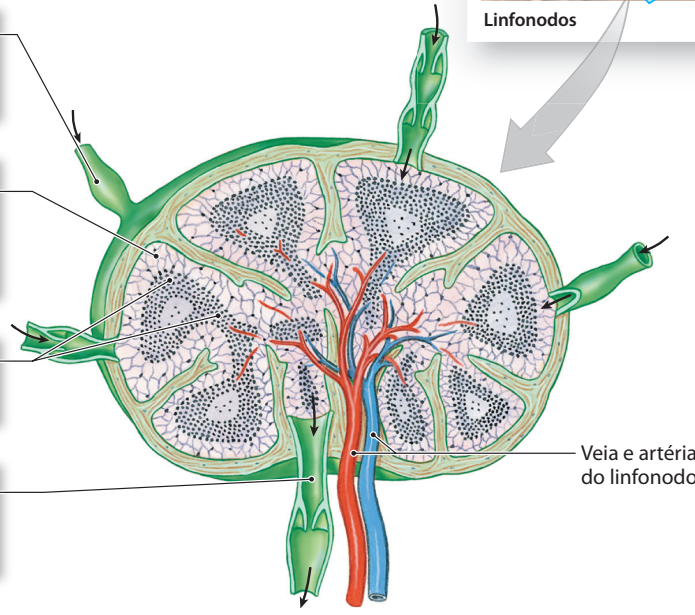
Linfonodos

Os **vasos linfáticos aferentes** (*afferens*, trazer a) conduzem a linfa para os linfonodos proveniente dos tecidos periféricos.

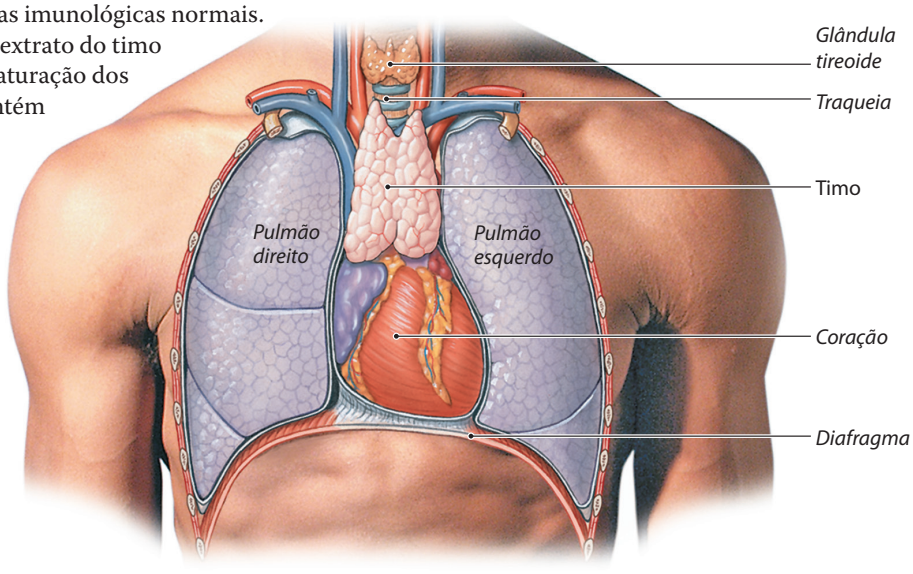
Os vasos aferentes entregam a linfa a uma malha de fibras reticulares, de macrófagos e células dendríticas. As **células dendríticas** estão envolvidas com o início da resposta imune.

Dentro do linfonodo, a linfa flui através das regiões que contêm tanto os linfócitos B como os plasmócitos.

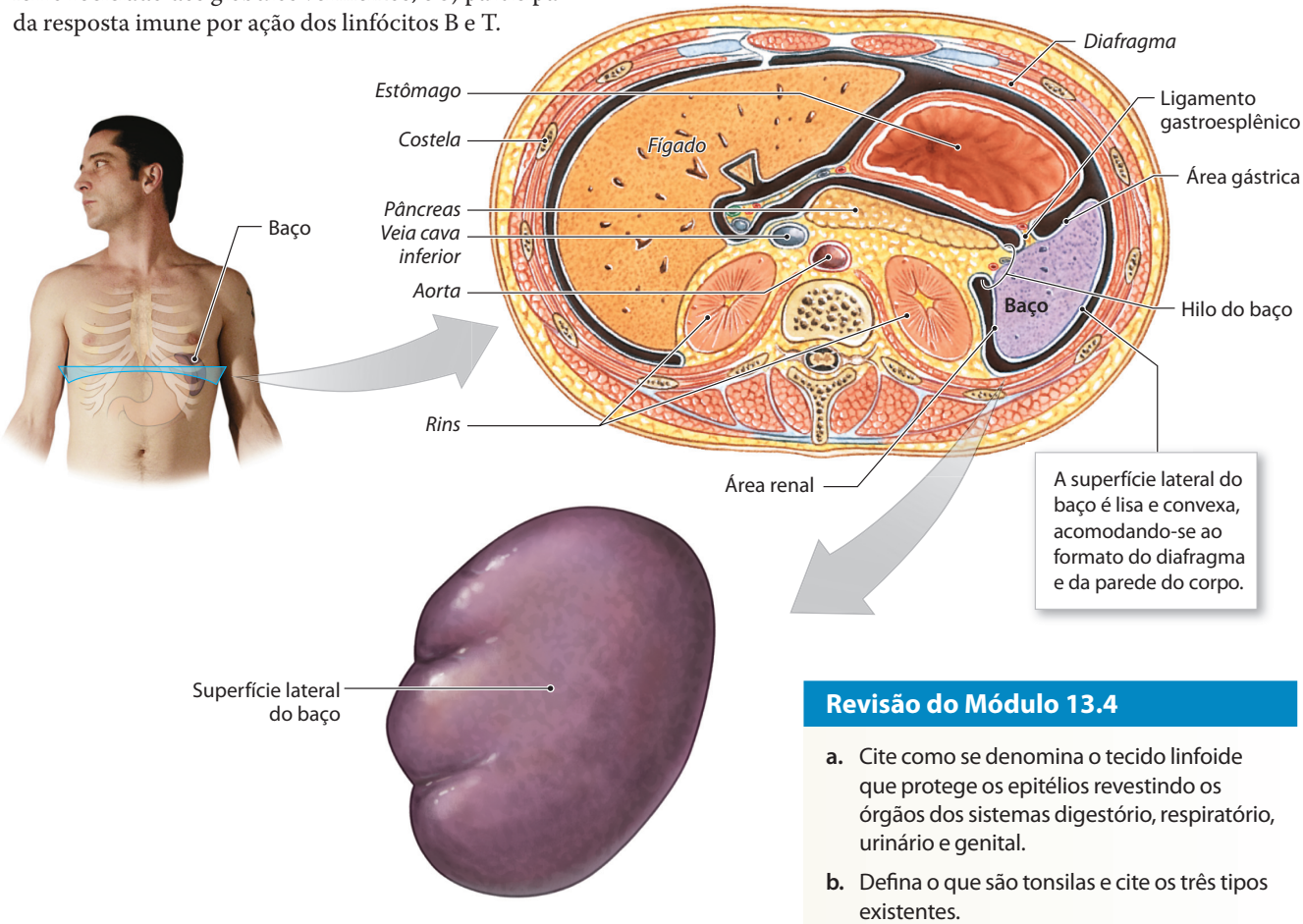
Os vasos **linfáticos eferentes** (*efferens*, trazer para fora) deixam o linfonodo e levam a linfa em direção à circulação venosa.



4 O timo produz diversos hormônios que são importantes para o desenvolvimento dos linfócitos T funcionais, portanto, para a manutenção das defesas imunológicas normais. *Timosina* é o nome original dado a um extrato do timo que promove o desenvolvimento e a maturação dos linfócitos. Esse extrato, na verdade, contém vários hormônios complementares, coletivamente conhecidos como **timosinas**. A redução gradual no tamanho e nas habilidades secretoras do timo, que ocorre com a idade, é fator correlacionado ao aumento da suscetibilidade às doenças.



5 Em adultos, o baço contém a maior massa de tecido linfoide no corpo. Em essência, o baço está para o sangue assim como os linfonodos estão para a linfa. O baço: 1) remove, por fagocitose, os glóbulos vermelhos; 2) armazena o ferro reciclado dos glóbulos vermelhos; e 3) participa da resposta imune por ação dos linfócitos B e T.



Revisão do Módulo 13.4

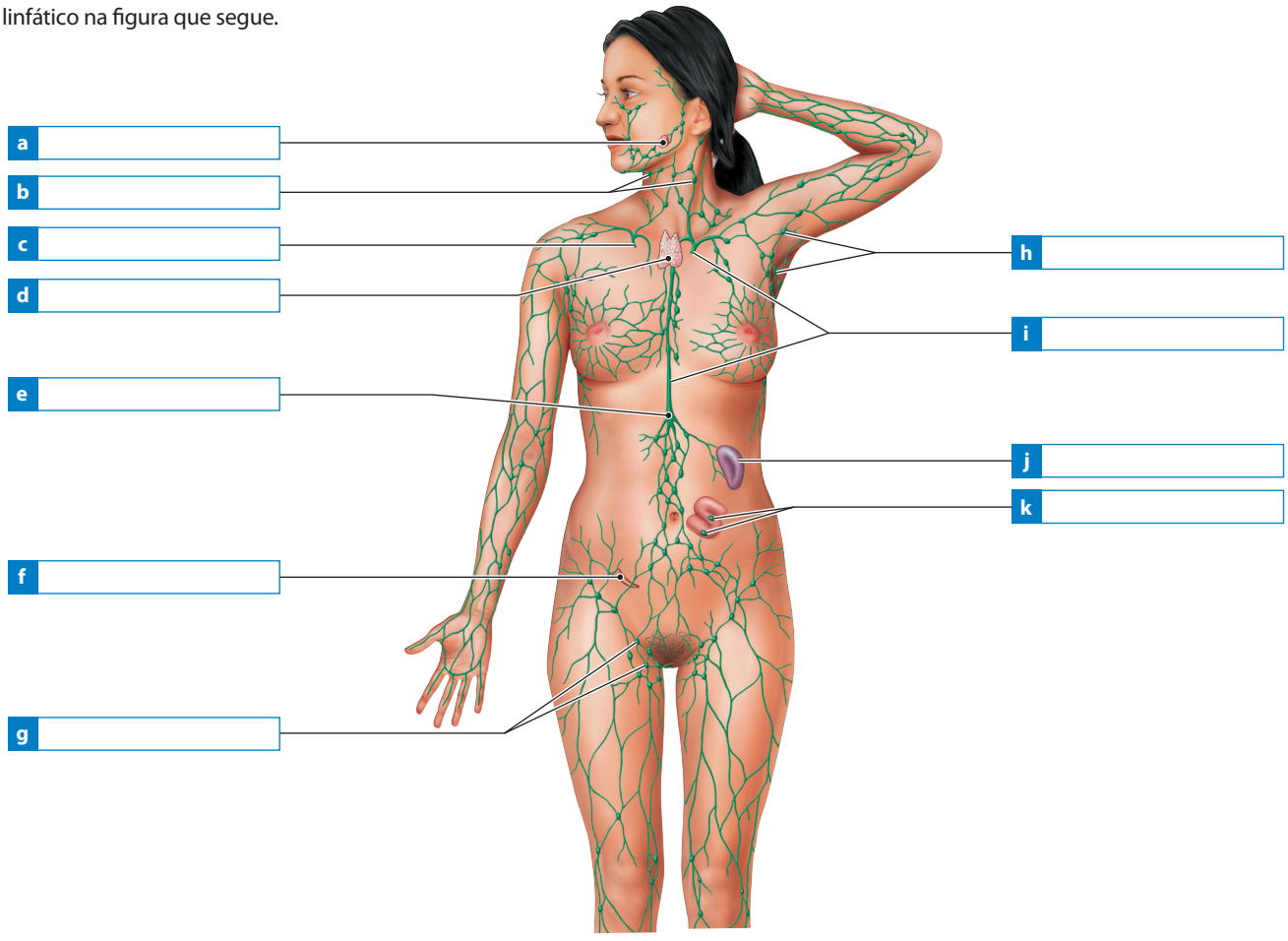
a. Cite como se denomina o tecido linfoide que protege os epitélios revestindo os órgãos dos sistemas digestório, respiratório, urinário e genital.

b. Defina o que são tonsilas e cite os três tipos existentes.

c. Descreva as funções do baço.

1. Criando legendas

Identifique as estruturas do sistema linfático na figura que segue.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

- Linfócito B
- Baço
- Capilar linfático
- Linfócitos T citotóxicos
- Vasos linfáticos eferentes
- Tonsilas
- Linfopoiese
- Linfedema
- Órgãos linfoides
- Antígenos
- Vasos linfáticos aferentes
- Veia subclávia direita
- Ducto torácico
- Linfonodo

a	_____	Início do sistema linfático
b	_____	Resulta de drenagem linfática bloqueada
c	_____	Recebe a linfa do ducto linfático direito
d	_____	Recebe a linfa da metade esquerda da cabeça
e	_____	Timo, baço e linfonodos
f	_____	O menor órgão linfoide
g	_____	Leva a linfa para longe dos nódulos linfoides
h	_____	A maior massa de tecido linfoide no corpo
i	_____	Substâncias específicas aos quais os linfócitos são sensíveis
j	_____	Ocorre na medula óssea vermelha, no timo e nos tecidos linfoides
k	_____	Imunidade mediada por células
l	_____	Órgãos linfoides nas paredes da faringe
m	_____	Imunidade mediada por anticorpos
n	_____	Transportam a linfa para os linfonodos

Imunidade inespecífica

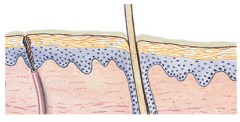
Imunidade é a capacidade de resistir às infecções e às doenças, normalmente causadas por microrganismos chamados patógenos. Temos duas formas de imunidade, que trabalham de forma independente ou em conjunto. Essas formas são a *imunidade inespecífica (inata)* e a *imunidade específica (adaptativa)*. O corpo tem várias barreiras anatômicas e mecanismos de defesa, que previnem ou retardam a entrada de microrganismos infecciosos, ou os atacam, se eles realmente entrarem. Nesta seção, vamos considerar as defesas inespecíficas (inatas).

Imunidade

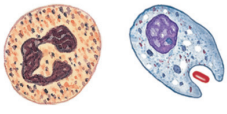
Defesas inespecíficas (inatas)

As **defesas inespecíficas** não distinguem um tipo de patógeno de outro. Sua resposta é a mesma, independentemente do agente invasor. Essas defesas, que são inatas (presentes ao nascimento), fornecem uma capacidade defensiva conhecida como **resistência inespecífica**.

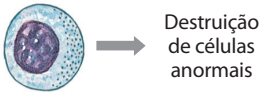
As **barreiras físicas** mantêm organismos e substâncias nocivas fora do corpo. Por exemplo, se você tem uma cabeça coberta de cabelo, um mosquito que pousa em sua cabeça será incapaz de alcançar a superfície do seu couro cabeludo.



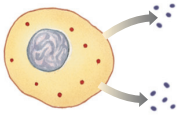
Os **fagócitos** são células que englobam patógenos e detritos celulares. Exemplos de fagócitos são os macrófagos dos tecidos periféricos e os eosinófilos e neutrófilos do sangue.



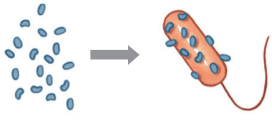
A **vigilância imunológica** é a destruição de células anormais dos tecidos periféricos pelas células *natural killer* (NK).



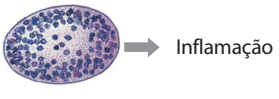
Os **interferons** são mensageiros químicos que coordenam as defesas contra as infecções virais.



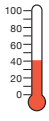
O **sistema do complemento** é um grupo de proteínas circulantes que participa juntamente com os anticorpos na destruição dos patógenos.



A **resposta inflamatória** é uma resposta ao nível tecidual, localizada, que tende a limitar a propagação de uma lesão ou infecção.



Febre é uma condição de temperatura corporal elevada que acelera o metabolismo do tecido e as atividades de defesa.



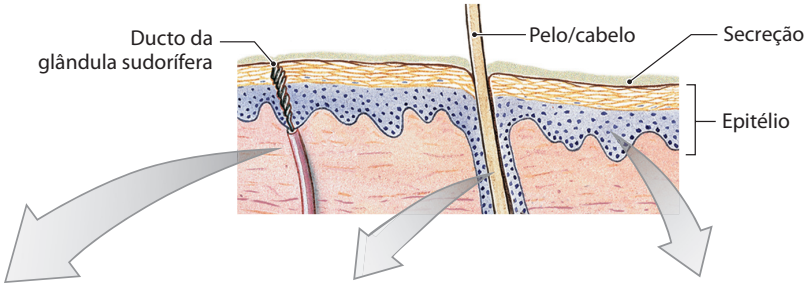
Defesas específicas (adaptativas)

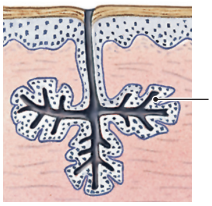
As **defesas específicas** são mecanismos de defesa que reconhecem e protegem contra patógenos específicos. Por exemplo, uma defesa específica pode proteger contra a infecção por um tipo de bactéria, mas ser ineficaz contra outros vírus e bactérias. As defesas específicas dependem das atividades de linfócitos específicos. Essas defesas específicas do organismo também produzem um estado de proteção conhecido como **resistência específica**. A imunidade específica será considerada na Seção 3.

As barreiras físicas e os fagócitos desempenham um importante papel nas defesas inespecíficas

Um composto antigênico ou um agente patógeno precisa entrar nos tecidos corporais para desencadear doenças. Isso exige atravessar um epitélio – seja na pele ou através de uma membrana mucosa.

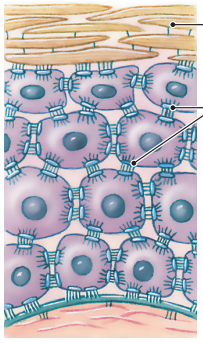
1 O sistema tegumentar fornece as barreiras físicas mais importantes ao ambiente externo.





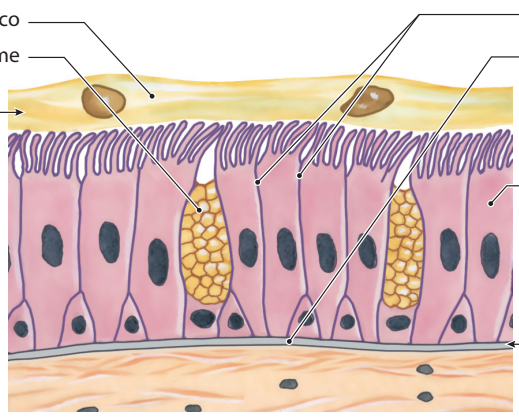
As estruturas acessórias especializadas e as secreções protegem a maior parte dos epitélios. A superfície epidérmica também recebe as secreções de glândulas sebáceas e sudoríferas. Essas secreções, que lavam a superfície, removendo microrganismos e agentes químicos, podem também conter substâncias bactericidas, enzimas destrutivas (lisozimas) e anticorpos.

O pelo, ou cabelo, cobrindo a maior parte do seu corpo, protege contra a abrasão mecânica (especialmente no couro cabeludo), e muitas vezes evita que substâncias tóxicas ou insetos entrem em contato com sua pele.



O revestimento epitelial da pele é composto de múltiplas camadas: uma camada de células queratinizadas e uma rede de desmossomos que adere células adjacentes, bloqueando a entrada de agentes patogênicos.

2 Os epitélios que revestem os órgãos dos sistemas digestório, respiratório, urinário e genital também formam uma barreira importante contra os compostos antigênicos e os agentes patogênicos. Como observado no Módulo 13.4, o MALT, presente nesses locais, proporciona uma defesa inespecífica.



O muco banha a maior parte das superfícies dos órgãos digestórios, e o estômago contém um ácido muito forte que pode destruir muitos patógenos. O muco move-se através do revestimento das vias aéreas, a urina lava as vias urinárias e as secreções glandulares fazem o mesmo para os órgãos genitais. Enzimas especiais, anticorpos e uma composição de pH ácido tornam essas secreções ainda mais eficazes.

Recobrindo os órgãos tubulares, as células epiteliais estão geralmente unidas por junções de adesão e sustentadas por uma membrana basal densa.

3 Os fagócitos executam serviços de limpeza e de defesa nos tecidos periféricos, removendo restos celulares e respondendo à invasão de patógenos ou compostos estranhos. Os fagócitos representam a "primeira linha de defesa da célula" contra a invasão patogênica. Muitos fagócitos atacam e removem microrganismos antes mesmo de os linfócitos detectarem sua presença. Embora diferentes tipos de fagócitos tenham como alvo diferentes agentes invasores, todas as células fagocíticas atuam da mesma maneira básica, descrita a seguir.

Tipos de fagócitos

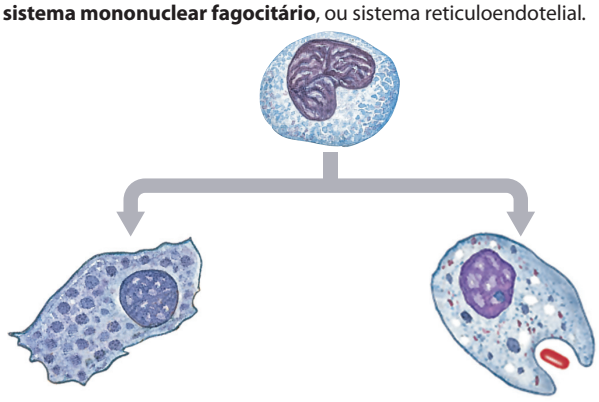
12 μm

Os **neutrófilos** são abundantes, móveis e rápidos para fagocitar detritos celulares ou bactérias invasoras. Circulam na corrente sanguínea e penetram os tecidos periféricos, especialmente em locais de lesão ou infecção.

8–10 μm

Os **eosinófilos**, que são menos abundantes que os neutrófilos, fagocitam compostos estranhos ou patógenos que foram revestidos por anticorpos.

Existem duas classes principais de **macrófagos** derivados dos monócitos do sangue circulante. Esse conjunto de células fagocíticas é chamado de **sistema mononuclear fagocitário**, ou sistema reticuloendotelial.



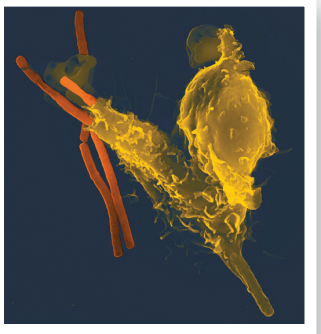
Os **macrófagos fixos** são residentes permanentes de tecidos e órgãos específicos e estão espalhados pelos tecidos conjuntivos. Normalmente, não se movem entre esses tecidos.

Os **macrófagos livres** movem-se por todo o corpo e chegam ao local de um ferimento migrando através dos tecidos adjacentes ou pelo sangue circulante.

4 Todos os fagócitos apresentam várias habilidades, conforme resumido na tabela a seguir.

Características funcionais dos fagócitos

- Os fagócitos podem sair dos capilares comprimindo-se entre as células endoteliais adjacentes, um processo conhecido como **diapedese**.
- Os fagócitos podem ser atraídos ou repelidos por substâncias químicas nos fluidos circundantes, um fenômeno chamado de **quimiotaxia**. São particularmente sensíveis aos agentes químicos liberados pelas células do corpo ou por patógenos.
- A fagocitose sempre começa com o fagócito englobando o seu alvo. Receptores na membrana plasmática do fagócito ligam-se à superfície do alvo.
- Depois de englobar o seu alvo, os próprios fagócitos o destroem ou promovem a sua destruição, ativando as defesas específicas.



Fagócito (amarelo) engolfando a bactéria (laranja) MEV × 2.900

Revisão do Módulo 13.5

a. De que maneira o sistema tegumentar protege o corpo?

b. Identifique os tipos de fagócitos do corpo e diferencie macrófagos fixos de macrófagos livres.

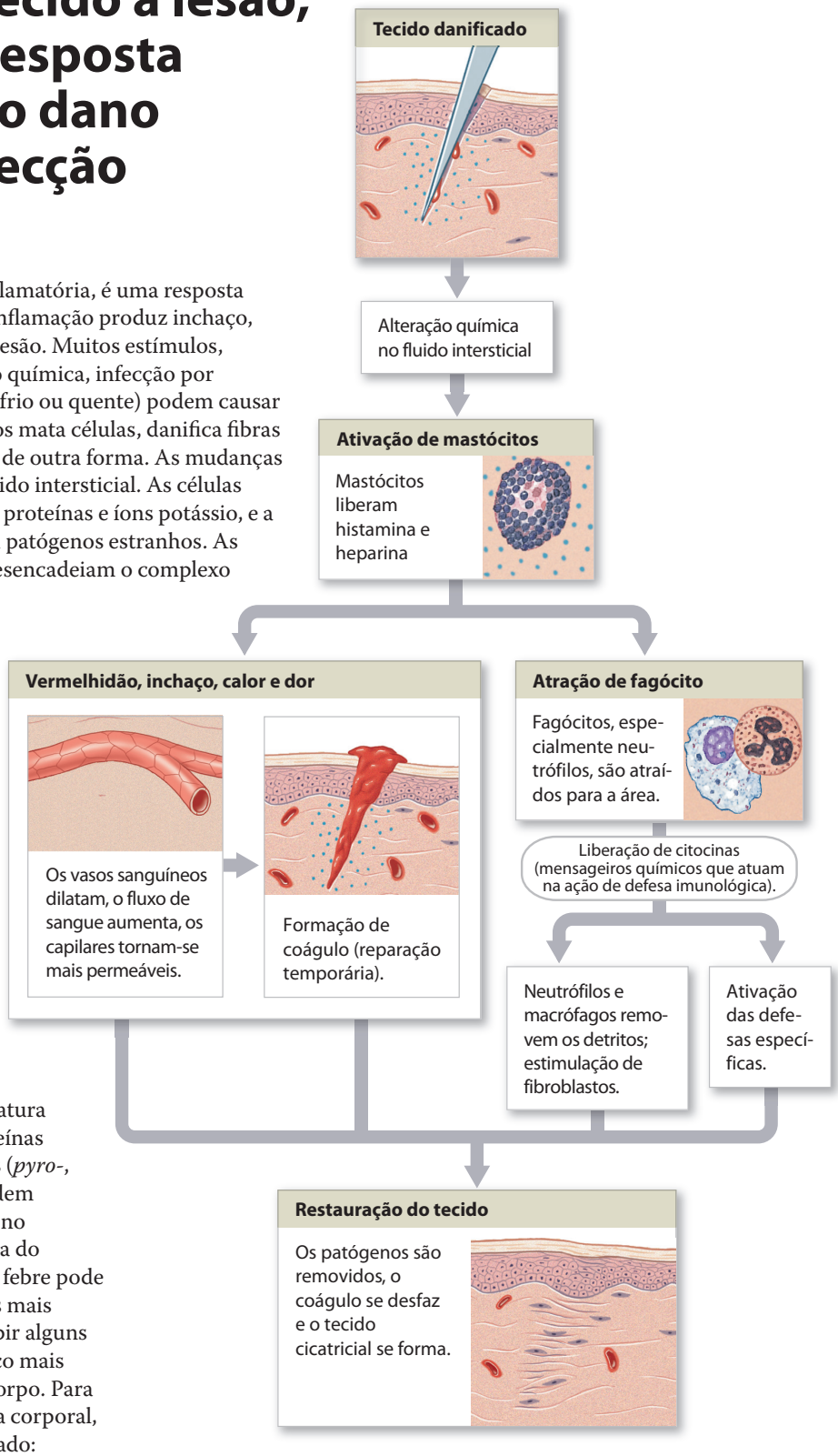
c. Defina quimiotaxia.

13.6

A inflamação é uma resposta localizada do tecido à lesão; a febre é uma resposta generalizada ao dano tecidual e à infecção

Inflamação

1 A **inflamação**, ou a resposta inflamatória, é uma resposta localizada do tecido à lesão. A inflamação produz inchaço, vermelhidão, calor e dor no local da lesão. Muitos estímulos, impacto, abrasão, distorção, irritação química, infecção por patógenos e temperaturas extremas (frio ou quente) podem causar inflamação. Cada um desses estímulos mata células, danifica fibras do tecido conjuntivo ou lesa o tecido de outra forma. As mudanças alteram a composição química do fluido intersticial. As células danificadas liberam prostaglandinas, proteínas e íons potássio, e a lesão, em si, pode trazer proteínas ou patógenos estranhos. As alterações no ambiente intersticial desencadeiam o complexo processo de inflamação.



Febre

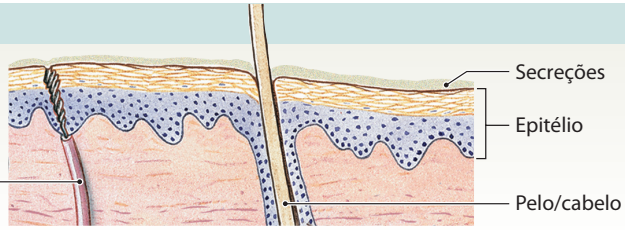
2 A **febre** é o aumento da temperatura corporal acima de 37,2 °C. Proteínas circulantes denominadas **pirogênios** (*pyro-*, febre ou calor + *-gen*, substância) podem regular a temperatura do termostato no hipotálamo e aumentar a temperatura do corpo. Dentro de certos limites, uma febre pode ser benéfica. Temperaturas corporais mais elevadas do que o normal podem inibir alguns vírus e bactérias, mas o efeito benéfico mais provável é sobre o metabolismo do corpo. Para cada 1 °C de aumento da temperatura corporal, a taxa metabólica salta 10%. O resultado: mobilização acelerada das defesas e dos processos de restauração do tecido.

Resumo da imunidade inespecífica

3 Esta tabela resume os diferentes tipos de defesas inespecíficas.

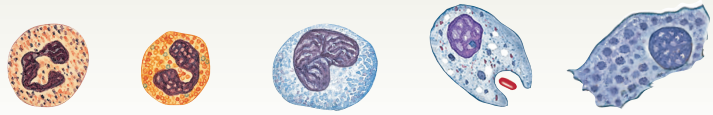
Barreiras físicas

Impedem aproximação e o acesso de patógenos



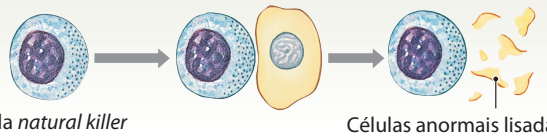
Fagócitos

Removem resíduos e agentes patogênicos



Vigilância imunológica por células NK

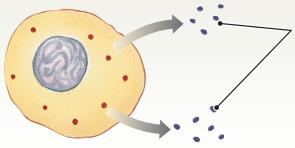
Monitoram continuamente tecidos normais e destroem células anormais



Quando é detectada uma célula anormal, a célula NK libera **perforinas**, substâncias químicas citotóxicas que destroem a membrana da célula anormal.

Interferons

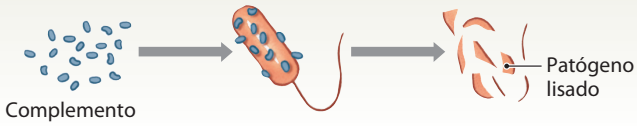
Aumentam a resistência das células à infecção viral; retardam a propagação da doença viral



Os interferons são liberados por linfócitos ativados, por macrófagos ou por células infectadas por vírus. Os interferons desencadeiam a produção de proteínas antivirais no citoplasma de células normais. Também estimulam as atividades dos macrófagos e das células NK.

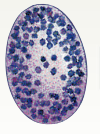
Sistema do complemento

Quando ativado, ataca e lisa as superfícies de células, bactérias e vírus; atrai fagócitos; e estimula a inflamação



Inflamação (resposta inflamatória)

Efeitos múltiplos tornam as defesas inespecíficas e específicas mais eficazes.



- Aumento do fluxo sanguíneo
- Ativação de fagócitos
- Área danificada isolada por reação de coagulação
- Aumento da permeabilidade capilar
- Complemento ativado
- Aumento da temperatura regional
- Defesas específicas ativadas

Febre

Mobiliza defesas; acelera o reparo tecidual; inibe patógenos

A temperatura do corpo sobe acima de 37,2 °C em resposta aos pirogênios.

Revisão do Módulo 13.6

a. Qual é o resultado da ativação de mastócitos?

b. Resuma quais são as defesas inespecíficas do organismo.

c. O aumento no nível de interferons no corpo sugere que tipo de infecção?

1. Identificação

Preencha os espaços com o nome da defesa inespecífica descrita à direita.

a _____ _____

b _____

c _____ _____

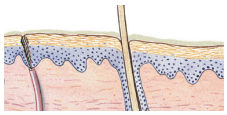
d _____

e _____ _____

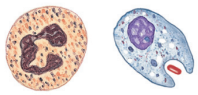
f _____

g _____

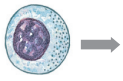
a mantêm organismos e substâncias tóxicas fora do corpo. Por exemplo, o cabelo que recobre a cabeça impede que um mosquito que pousa em sua cabeça seja capaz de alcançar a superfície do couro cabeludo.



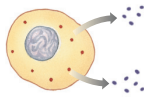
b são células que fagocitam patógenos e detritos celulares. Exemplos de fagócitos são os macrófagos dos tecidos periféricos e os eosinófilos e neutrófilos do sangue.



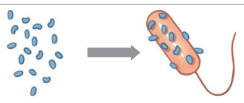
c é a destruição de células anormais dos tecidos periféricos pelas células *natural killer* (NK).



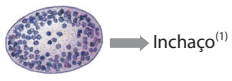
d são mensageiros químicos que coordenam as defesas contra as infecções virais.



e é o grupo de proteínas circulantes que juntamente com os anticorpos destroem os patógenos.



f é a resposta ao nível tecidual, localizada, que tende a limitar a propagação de uma lesão ou infecção.



g é a temperatura corporal elevada que acelera o metabolismo dos tecidos e as atividades de defesa.

(1)Vermelhidão, calor e dor.

2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item que melhor completa cada afirmação.

a Uma barreira física, como a pele, proporciona uma defesa corporal inespecífica em razão de sua composição, que inclui _____.

- múltiplas camadas
- uma camada de células queratinizadas
- uma rede de desmossomos que bloqueia as células adjacentes em conjunto
- todos esses

b As células NK (*natural killer*) sensíveis à presença de membranas plasmáticas anormais estão envolvidas principalmente com _____.

- defesas contra patógenos específicos
- atividade fagocitária para defesa
- mecanismos de defesa complexos e demorados
- vigilância imunológica

c A defesa inespecífica que lisa as células atrai fagócitos e estimula a inflamação é _____.

- a resposta inflamatória
- a ação dos interferons
- o sistema do complemento
- a vigilância imunológica

d A(s) proteína(s) que interfere(m) na replicação dos vírus é (são) _____.

- proteínas do complemento
- heparina
- pirogênios
- interferons

e Proteínas circulantes que regulam o termostato no hipotálamo, fazendo que a temperatura do corpo suba, são chamadas de _____.

- pirogênios
- interferons
- lisossomos
- proteínas do complemento

f A "primeira linha de defesa da célula" contra a invasão patogênica é (são)_____.

- os fagócitos
- o muco
- o pelo/cabelo
- os interferons

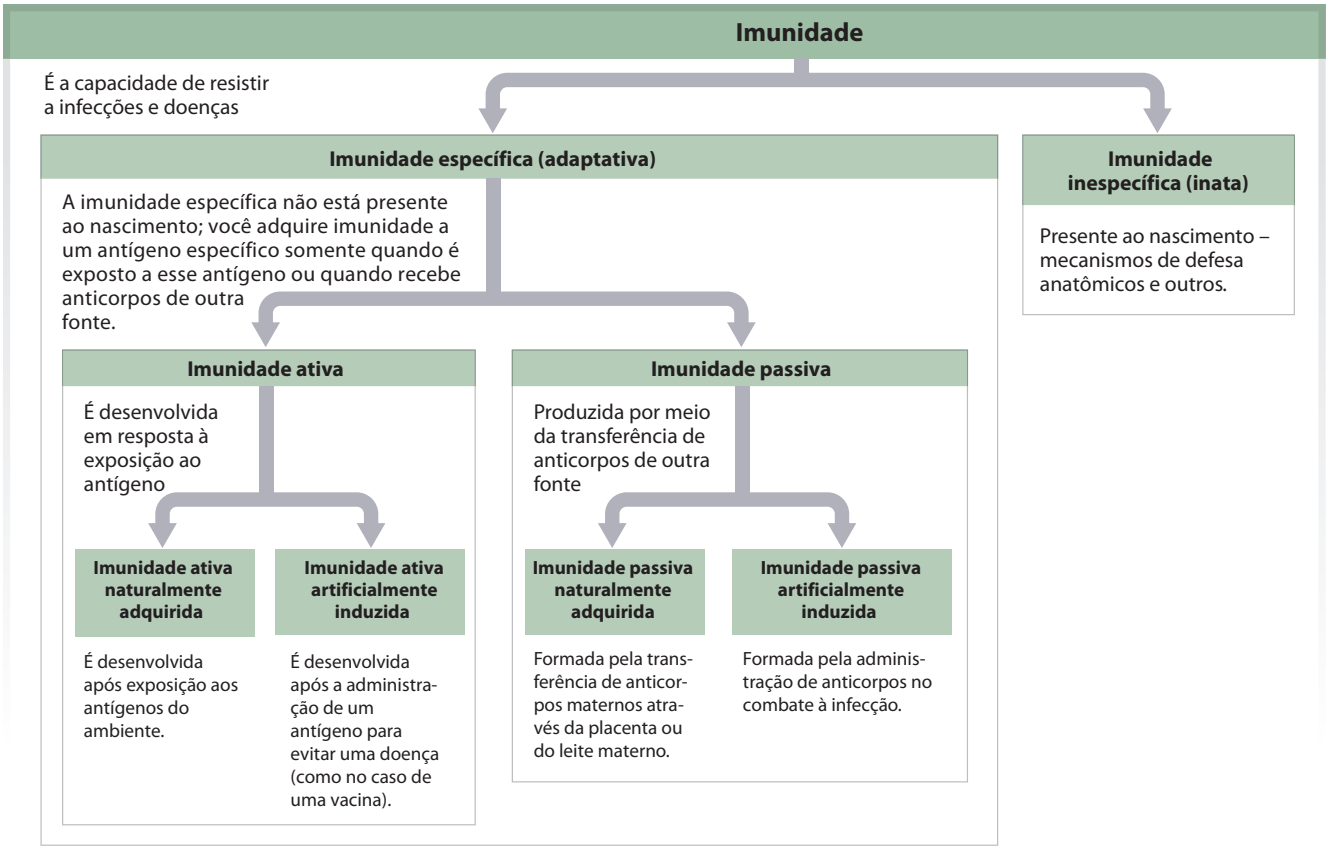
3. Resposta objetiva

Costumamos associar a febre com uma doença. Uma febre pode, em algum momento, ser benéfica? Justifique sua resposta.

_____

Imunidade específica

1 As atividades coordenadas dos linfócitos T e B fornecem **defesas específicas** (imunidade adaptativa), que protegem contra patógenos específicos. Essas atividades produzem a **imunidade específica**, uma resistência específica contra antígenos potencialmente perigosos. Considerando de forma geral, os linfócitos T são responsáveis pela imunidade mediada por células, que protege contra células anormais e agentes patogênicos que estão no interior das células, e os linfócitos B proporcionam a imunidade mediada por anticorpos, que protege contra antígenos e agentes patogênicos em fluidos corporais. No entanto, conforme indicado neste fluxograma, há muitas formas diferentes de imunidade.



2 Independentemente da forma, a imunidade apresenta quatro características gerais, que resumimos a seguir.

Propriedades específicas da imunidade específica

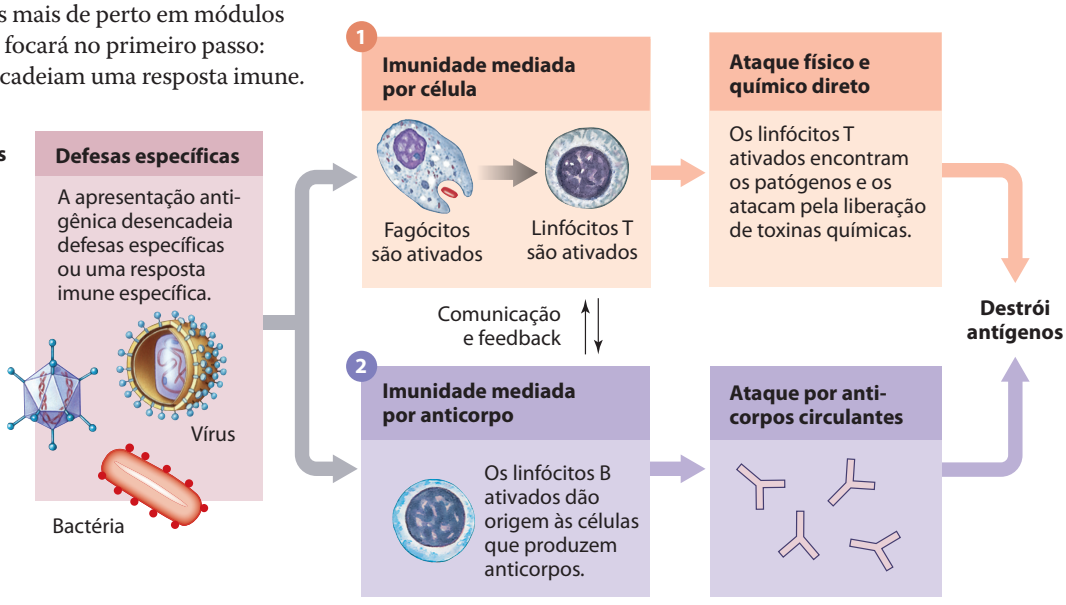
- A **especificidade** resulta da ativação de determinados linfócitos e da produção de anticorpos com efeitos direcionados. Cada linfócito T ou B possui receptores que se ligam a um antígeno específico, ignorando todos os outros. A resposta de uma célula B ou célula T ativada é igualmente específica e os demais antígenos não são afetados.
- A **versatilidade** resulta da grande diversidade de linfócitos no corpo. Há milhões de populações diferentes de linfócitos, cada uma sensível a um antígeno diferente. Quando ativado por determinado antígeno, um linfócito divide-se, produzindo mais linfócitos com a mesma especificidade. Todas as células produzidas pela divisão de um linfócito ativado constituem um **clone**.
- A **memória imunológica** existe porque as divisões celulares de linfócitos ativados produzem dois grupos de células: um grupo que ataca o invasor imediatamente e outro que permanece inativo, a menos que mais tarde seja exposto ao mesmo antígeno. Essas **células de memória** inativas permitem que o seu sistema imunológico "se lembre" de antígenos que ele já encontrou e, então, lance um contra-ataque mais rápido, mais forte e mais duradouro se o mesmo antígeno reaparece.
- A **tolerância** existe porque a resposta imunológica ignora tecidos normais ("próprios") e tem como alvo as células anormais e estranhas ("não próprias"), bem como as toxinas. A tolerância também pode se desenvolver ao longo do tempo, em resposta à exposição crônica a um antígeno do ambiente. Essa tolerância dura, geralmente, apenas enquanto a exposição ao antígeno permanece.

Defesas específicas são desencadeadas por exposição a fragmentos antigênicos

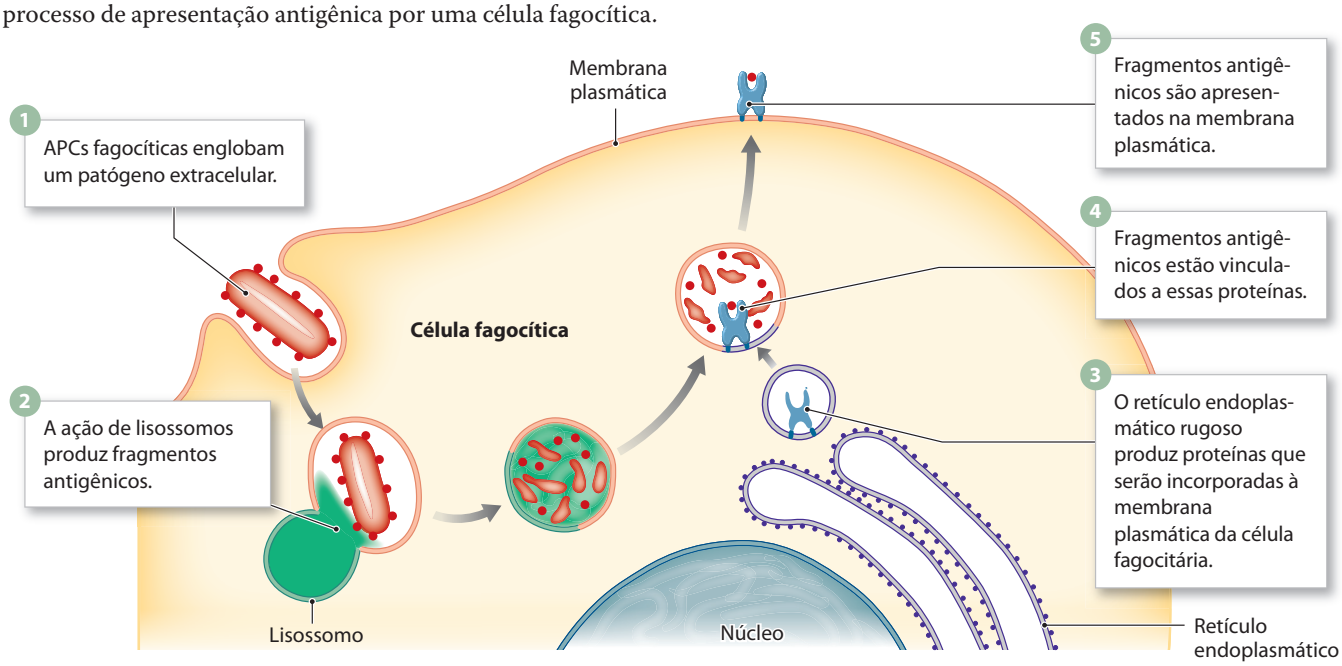
1 Este diagrama apresenta um "desenho global" e proporciona uma visão geral de como ocorre a resposta imune: A exposição a um antígeno ativa os fagócitos. Esses fagócitos estimulam: 1) os eventos mediados por células, que envolvem os ataques dos linfócitos T, e 2) os eventos mediados por anticorpos, que envolvem os anticorpos produzidos por células derivadas dos linfócitos B. Vamos examinar cada um desses processos mais de perto em módulos posteriores. Este módulo focará no primeiro passo: como os antígenos desencadeiam uma resposta imune.

Apresentação de antígenos

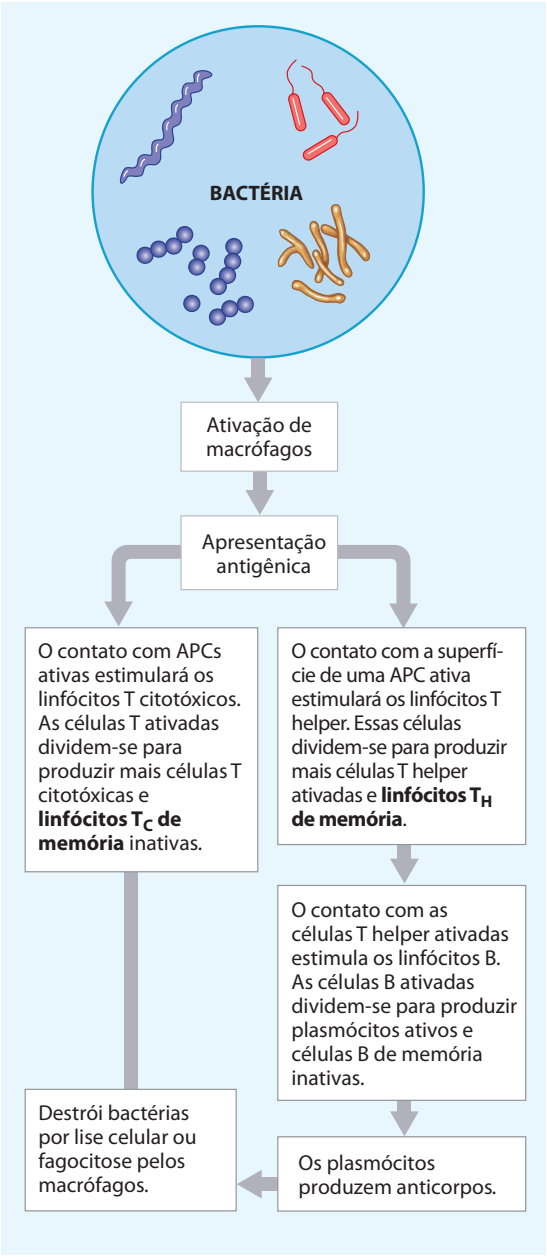
A maioria dos antígenos deve infectar as células ou serem "processados" pelos fagócitos antes que defesas específicas sejam ativadas. O gatilho é o aparecimento de antígenos ou de fragmentos antigênicos nas membranas plasmáticas de células específicas. Isso é chamado de **apresentação antigênica**.



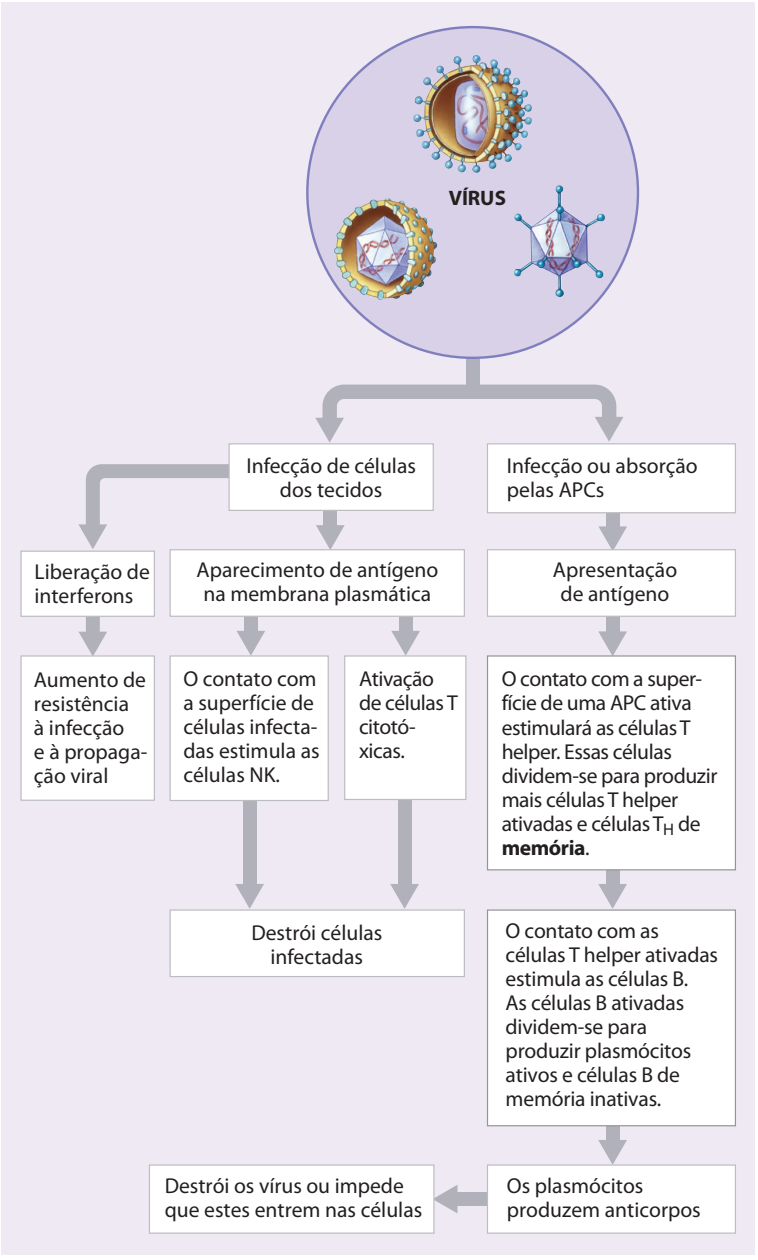
2 As **células apresentadoras de antígenos (APCs)** são células especializadas que incluem monócitos, macrófagos e células dendríticas da pele e dos órgãos linfoides. Mostramos aqui o processo de apresentação antigênica por uma célula fagocítica.



3 As defesas contra patógenos bacterianos são, geralmente, iniciadas por macrófagos ativos.



4 As defesas contra vírus envolvem contato direto com células infectadas por vírus e apresentação antigênica pelas APCs.



As células de memória não desempenham nenhuma função para dominar a infecção inicial. Mas se o mesmo patógeno ou antígeno reaparece em outro momento, mais tarde, as células de memória reduzem drasticamente o tempo necessário para responder a uma infecção. Quando expostas àquele agente patogênico, essas células imediatamente se diferenciam em: 1) linfócito T citotóxico (células T_C de memória), 2) linfócito T helper (células T_H de memória) e 3) plasmócitos, e começam a combater a infecção. A resposta é tão rápida e eficaz, que pode acontecer sem nem mesmo notarmos que ocorreu uma infecção.

Revisão do Módulo 13.7

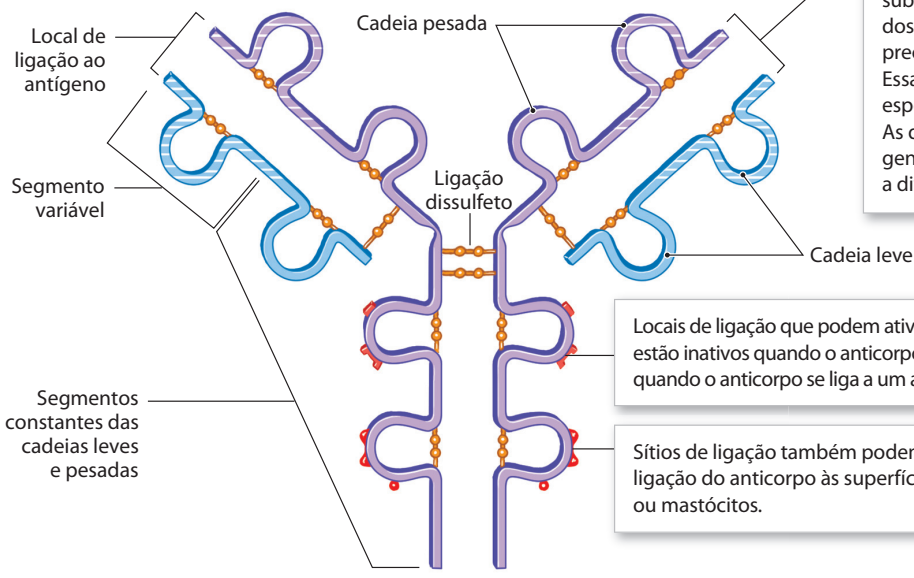
a. Descreva a apresentação antigênica.

b. Quais células podem ser ativadas pelo contato direto com células infectadas por vírus?

c. Quais células produzem anticorpos?

Os anticorpos são pequenas proteínas solúveis que se ligam aos antígenos específicos; podem inativar os antígenos ou desencadear outro processo de defesa

1 Uma molécula de anticorpo é constituída por dois pares paralelos de cadeias polipeptídicas: um par de **cadeias pesadas** e um par de **cadeias leves**. Cada cadeia contém **segmentos constantes** e **segmentos variáveis**. Os segmentos constantes das cadeias pesadas formam a base da molécula do anticorpo.



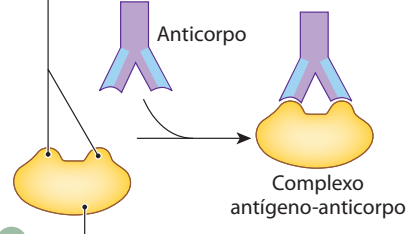
As extremidades livres dos dois segmentos variáveis da molécula do anticorpo formam os **locais de ligação ao antígeno**. Esses locais podem interagir com um antígeno, da mesma forma que o local ativo da enzima interage com uma molécula de substrato. Pequenas diferenças na estrutura dos segmentos variáveis afetam a forma precisa do local de ligação com o antígeno. Essas diferenças resultam em anticorpos específicos para diferentes antígenos. As distinções resultam de rearranjos genéticos que ocorrem durante a produção, a divisão e a diferenciação dos linfócitos B.

Locais de ligação que podem ativar o sistema do complemento estão inativos quando o anticorpo é secretado, mas ficam ativos quando o anticorpo se liga a um antígeno.

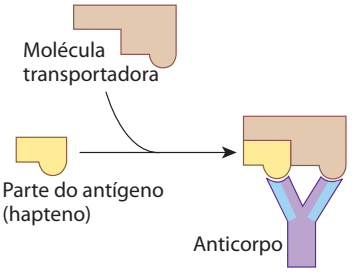
Sítios de ligação também podem estar presentes para a ligação do anticorpo às superfícies de macrófagos, basófilos ou mastócitos.

2 Quando uma molécula de anticorpo se liga à molécula de antígeno específica, forma-se o **complexo antígeno-anticorpo**.

1 Os anticorpos não se ligam a todo o antígeno, mas a partes específicas de sua superfície exposta – regiões denominadas **determinantes antigênicos** ou **epítope**.

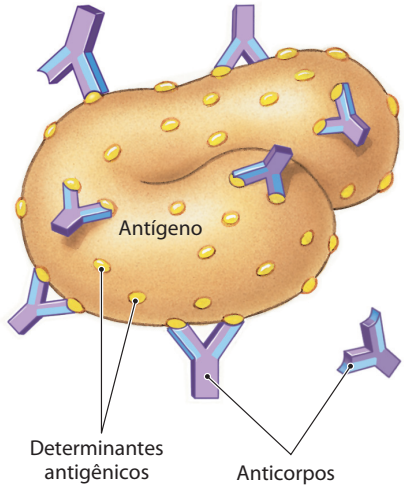


2 **Antígeno completo** é um antígeno com pelo menos dois determinantes antigênicos, um para cada um dos sítios de ligação antigênica de uma molécula do anticorpo.



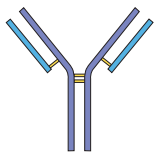
3 O **antígeno parcial**, ou hapteno, não necessariamente ativa os linfócitos B. Contudo, os haptenos podem ficar ligados a moléculas transportadoras, formando combinações que podem funcionar como antígenos completos. Os anticorpos produzidos irão atacar o hapteno e a molécula transportadora. Se a molécula transportadora está normalmente presente nos tecidos, os anticorpos podem atacar e destruir as células normais. Essa é a base para a reação a várias drogas, como a alergia à penicilina.

3 A superfície exposta de algo tão grande como uma bactéria contém milhões de determinantes antigênicos e pode ficar recoberta por anticorpos, que, eventualmente, destruirão a bactéria.

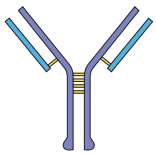


4 Existem cinco classes diferentes de anticorpos ou **imunoglobulinas (Igs)**. As classes são determinadas pelas diferenças na estrutura dos segmentos constantes da cadeia pesada e, por isso, não têm nenhum efeito sobre a especificidade do anticorpo, o que é determinado pelos seus locais de ligação ao antígeno.

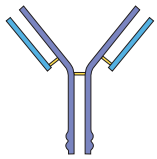
Classes de anticorpos



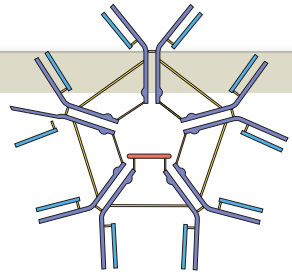
Os anticorpos **IgG** são responsáveis pela resistência a muitos vírus, bactérias e toxinas bacterianas. Respondem por 80% de todos os anticorpos.



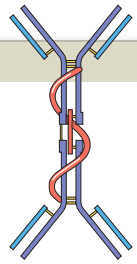
O **IgE** fixa-se aos basófilos e aos mastócitos, liberando histamina e estimulando a inflamação.



O **IgD** é uma molécula individual localizada nas superfícies dos linfócitos B, podendo ligar-se a antígenos no fluido extracelular. Essa ligação desempenha papel importante na sensibilização do linfócito B.



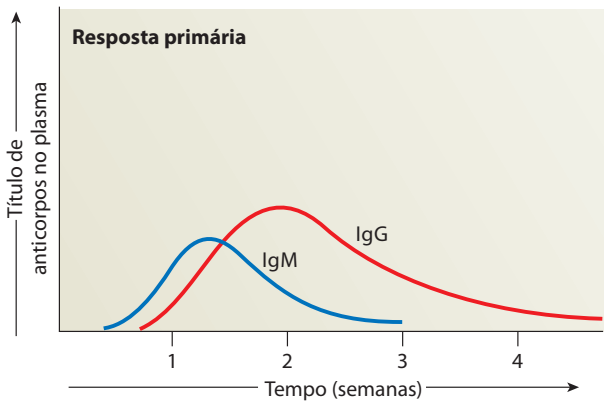
O **IgM** é a primeira classe de anticorpos secretados depois que um antígeno é reconhecido. A concentração de IgM diminui à medida que a produção de IgG aumenta. Os anticorpos anti-A e anti-B, responsáveis pela aglutinação de tipos sanguíneos incompatíveis, são anticorpos IgM.

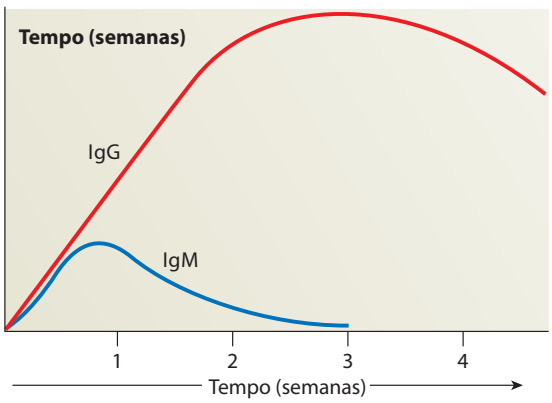


O **IgA** é encontrado principalmente nas secreções glandulares, como muco, lágrimas, saliva e o sêmen. Esses anticorpos atacam patógenos antes que eles tenham acesso ao interior dos tecidos.

5 A resposta inicial à exposição a um antígeno é chamada de resposta primária. A **resposta primária** leva tempo para se desenvolver, porque o antígeno deve ativar os linfócitos B específicos, que devem então se diferenciar em plasmócitos secretores de anticorpos. Durante a resposta primária, o **título de anticorpos**, ou concentração de anticorpos no plasma, não atinge o seu máximo até uma ou duas semanas após a exposição inicial. Se o indivíduo não está mais exposto ao antígeno, o título de anticorpos começa a cair.

6 Quando um antígeno é encontrado uma segunda vez, ele aciona uma **resposta secundária**, que é mais ampla e dura mais tempo. Durante a resposta secundária, os títulos de anticorpos aumentam mais rapidamente e atingem níveis muitas vezes mais altos que na resposta primária. Isso reflete a presença de grande número de células de memória, que já estão preparadas para esse antígeno. Essas células B de memória respondem imediatamente, muito mais rápido que as células B estimuladas durante a exposição inicial. A resposta secundária pode aparecer mesmo que a segunda exposição ocorra anos depois da primeira, porque as células de memória podem sobreviver durante vinte anos ou mais.





Revisão do Módulo 13.8

a. Defina determinante antigênico.

b. Descreva a estrutura de um anticorpo.

c. Cite as cinco classes de imunoglobulinas e a função de cada uma delas.

Os anticorpos utilizam diversos mecanismos para destruir os antígenos-alvo

Como um grupo, os anticorpos das diversas classes oferecem um sistema de defesa efetivo e versátil contra uma variedade de patógenos. A formação de um complexo antígeno-anticorpo pode eliminar um antígeno de sete maneiras diferentes.

Neutralização

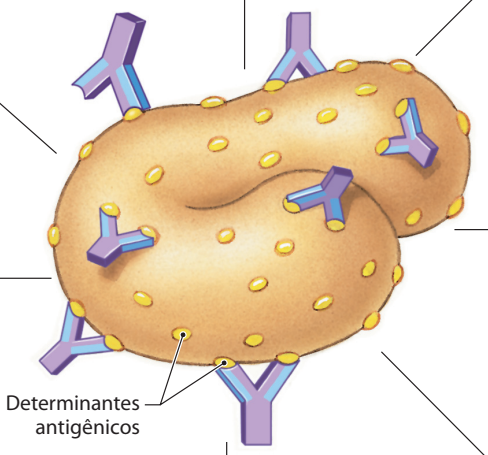
Tanto os vírus como as toxinas bacterianas devem ligar-se às membranas plasmáticas das células corporais antes de entrarem ou atacarem aquelas células. A ligação ocorre em locais da superfície das bactérias ou das toxinas. Os anticorpos podem se ligar a esses locais, fazendo com que o vírus ou a toxina seja incapaz de se anexar a eles ou à célula. Esse mecanismo é conhecido como **neutralização**.

Prevenção à adesão de patógenos

Anticorpos solubilizados na saliva, no muco, nas lágrimas e no suor proporcionam uma camada adicional de proteção. Uma camada de anticorpos faz com que seja difícil para as bactérias ou vírus aderirem ou penetrarem através da superfície corporal.

Ativação do complemento

Após a ligação a um antígeno, porções da molécula dos anticorpos podem mudar de forma, expondo áreas que se ligam às proteínas do complemento. As moléculas do início da cascata de ativação do complemento ligam-se ao anticorpo, ativando o complemento, que destrói o antígeno.

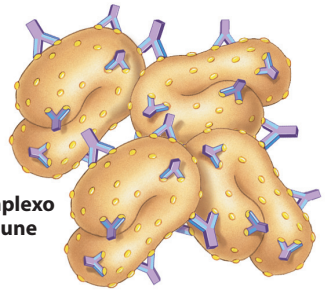


Opsonização

Os fagócitos ligam-se mais facilmente às superfícies que estão cobertas com anticorpos e proteínas do complemento. Como resultado, uma camada de anticorpos e de proteínas do complemento torna a fagocitose mais eficiente, um efeito chamado de **opsonização**. Algumas bactérias têm membranas plasmáticas lisas ou cápsulas, e os fagócitos precisam reconhecer e fixar-se às suas membranas antes de poderem fagocitá-las.

Aglutinação

Se os antígenos estão juntos, um anticorpo pode se ligar a determinantes antigênicos em dois antígenos diferentes. Dessa forma, os anticorpos podem agregar grande número de antígenos, criando um **complexo imune**. Quando o antígeno-alvo está na superfície de uma célula ou de um vírus, a formação de complexos imunes é chamada de **aglutinação**. A aglutinação de eritrócitos,que ocorre quando tipos sanguíneos incompatíveis são misturados, é uma reação de aglutinação.



Estimulação de inflamação

Os anticorpos podem promover a inflamação ao estimular, por meio de basófilos e mastócitos, a liberação de substâncias químicas, como a heparina e a histamina.

Atração de fagócitos

Os antígenos cobertos com anticorpos atraem os eosinófilos, os neutrófilos e os macrófagos – células que fagocitam os patógenos e destroem as membranas plasmáticas anormais ou estranhas.

Revisão do Módulo 13.9

a. Descreva os meios pelos quais o complexo antígeno-anticorpo pode destruir antígenos-alvo.

b. Defina opsonização.

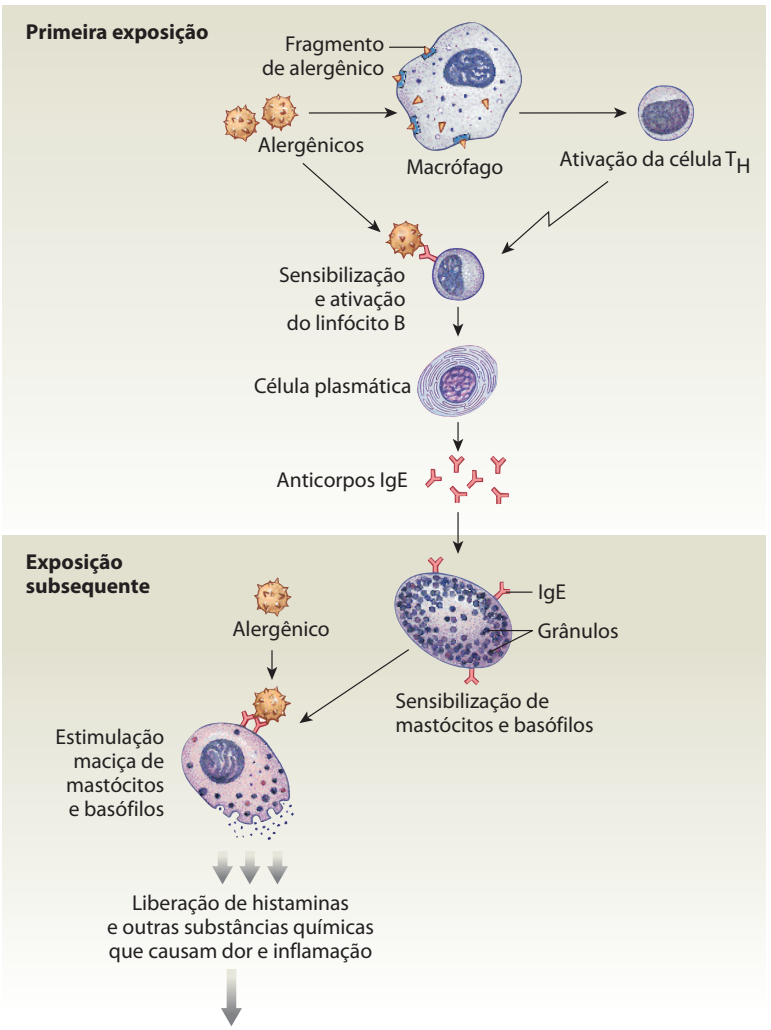
c. Quais são as células envolvidas na inflamação?

As respostas dos anticorpos podem causar alergias e anafilaxia

As **alergias** são respostas imunes inadequadas ou excessivas aos antígenos. O aumento repentino da atividade celular ou dos títulos de anticorpos pode desencadear diversos efeitos colaterais desagradáveis. Por exemplo, os neutrófilos ou os linfócitos T citotóxicos podem destruir células normais enquanto atacam antígenos, ou o complexo antígeno-anticorpo pode provocar forte inflamação. Os antígenos que provocam reações alérgicas são denominados **alergênicos** ou **alérgenos**.

1 A sensibilização a um alergênico durante a exposição inicial resulta na produção de grandes quantidades de IgE. A tendência à produção de anticorpos do tipo IgE, em resposta a alergênicos específicos, pode ser determinada geneticamente.

2 A **hipersensibilidade imediata** é uma resposta rápida e especialmente grave em razão da presença de um antígeno. Uma das formas, a **rinite alérgica**, incluindo a febre do feno e outras alergias ambientais, pode afetar 15% da população dos Estados Unidos. A rinite alérgica, caracterizada por inflamação das membranas das mucosas da via respiratória alta, é um exemplo de uma **reação de hipersensibilidade** que está restrita à superfície do corpo. Contudo, se o alergênico entra na corrente sanguínea, a resposta pode ser letal. Na **anafilaxia** (*ana-*, novamente + *filaxia*, proteção), um alergênico circulante estimula os mastócitos a liberarem histamina por todo o corpo. Em casos graves ocorre intensa vasodilatação periférica, produzindo queda na pressão sanguínea, que pode conduzir a um colapso da circulação. Essa resposta é chamada de **choque anafilático**.



Reações alérgicas localizadas	Reações alérgicas sistêmicas
Se o alergênico está na superfície do organismo: inflamação localizada, dor e coceira. Exemplo: rinite alérgica	Se o alergênico está na corrente sanguínea: coceira, inchaço e dificuldade para respirar (em decorrência da constrição das vias respiratórias). Exemplo: anafilaxia

Revisão do Módulo 13.10

a. Defina alergia e alergênico.

b. O que é anafilaxia?

c. Quais substâncias químicas são liberadas por mastócitos e basófilos quando estimulados em uma reação alérgica?

Distúrbios imunológicos que envolvem a hiperatividade e a hipoatividade podem ser prejudiciais

Resposta imunológica excessiva ou mal direcionada

Distúrbios autoimunes

Em um **distúrbio autoimune**, o sistema imunológico erroneamente ataca os próprios tecidos do corpo. Normalmente o sistema imunológico reconhece, mas ignora os autoantígenos, que são antígenos normais encontrados no corpo. Porém, quando o sistema de reconhecimento não funciona devidamente, os linfócitos B ativados podem produzir anticorpos contra os tecidos e as células normais do corpo. Esses anticorpos "equivocados" são denominados **autoanticorpos**. O distúrbio autoimune resultante depende do antígeno específico atacado pelos anticorpos. Os exemplos incluem:

- **Tireoidite** – inflamação resultante da liberação de autoanticorpos contra a tireoglobulina.
- **Artrite reumatoide** – ocorre quando autoanticorpos formam complexos imunológicos dentro dos tecidos conjuntivos em volta das articulações. Esses complexos causam inflamação acentuada e resposta imune excessiva, eventualmente destruindo a articulação.
- **Diabetes tipo 1** – anteriormente conhecido como diabetes melito insulino-dependente, é geralmente causado por autoanticorpos que atacam as células produtoras de insulina nas ilhotas pancreáticas.

Distúrbios autoimunes afetam cerca de 5% dos adultos na América do Norte e na Europa. Muitos desses distúrbios parecem ser casos de identidade equivocada. Por exemplo, proteínas associadas ao sarampo, ao vírus Epstein-Barr, à gripe e outros vírus contêm sequências de aminoácidos semelhantes às das proteínas da mielina. Como resultado, os anticorpos que têm esses vírus como alvo também podem atacar a bainha de mielina. Esse mecanismo é provavelmente responsável pela esclerose múltipla.

Rejeição ao enxerto

Depois do transplante de um órgão, o grande problema é a **rejeição ao enxerto**. Na rejeição do enxerto, o contato com as proteínas nas membranas plasmáticas do tecido doador ativa os linfócitos T do receptor. Em seguida, os linfócitos T citotóxicos que se desenvolvem atacam e destroem as células estranhas. A **imunossupressão**, que reduz a sensibilidade do sistema imunitário, pode melhorar significativamente o sucesso do transplante. A compreensão da comunicação entre as células T, macrófagos e células B acarretou o desenvolvimento de drogas com efeitos mais seletivos. A **ciclosporina A (CsA)**, um composto derivado de um fungo, é a mais importante droga imunossupressora. Esse composto suprime a resposta imune, principalmente por inibir o linfócito T helper, enquanto não apresenta inibição sobre os linfócitos T supressores.

Alergias

Os efeitos de muitas formas de alergias variam de leve a potencialmente letal (para exemplos, veja Módulo 13.10).

Resposta imune inadequada

Doenças imunodeficientes

As **doenças imunodeficientes** resultam de: (1) problemas com o desenvolvimento embrionário de órgãos e tecidos linfoides; (2) infecção por um vírus que deprime a função imunológica; ou (3) tratamento com, ou exposição a agentes imunossupressores, como radiação ou drogas.

A **síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS)**, a doença de imunodeficiência mais comum, é causada pelo **vírus da imunodeficiência humana (HIV)**. O vírus se liga às proteínas específicas de membrana, conhecidas como proteínas CD4, e infecta os linfócitos T helper. As células infectadas começam a sintetizar e a liberar proteínas virais. As células infectadas com o HIV são finalmente destruídas ou pelo vírus ou pelas defesas imunitárias. A destruição gradual dos linfócitos T helper prejudica tanto as respostas aos antígenos mediadas por anticorpos (humoral) como as respostas mediadas por células (citolíticas). Para dificultar a situação, como as células T supressoras são relativamente não afetadas pelo vírus, com o passar do tempo, o excesso de fatores supressores "desliga" a resposta imune normal. Os níveis de anticorpos circulantes diminuem, a imunidade mediada por células é reduzida e o corpo fica vulnerável a invasores microbianos. Com a função imune suprimida, microrganismos normalmente inofensivos podem iniciar **infecções oportunistas** fatais. Como a vigilância imunológica também está debilitada, o risco de câncer aumenta. A infecção pelo HIV ocorre por meio do contato íntimo com os fluidos corporais de pessoas infectadas. As principais vias de transmissão envolvem o contato com sangue, sêmen ou secreções vaginais, embora todos os fluidos corporais possam conter o vírus. Estima-se que cerca de 33 milhões de pessoas no mundo estão infectadas; 22 milhões deles estão na África Subsaariana e 1,2 milhão na América do Norte. A AIDS causa aproximadamente 17 mil mortes por ano nos Estados Unidos e 2 milhões de mortes em todo o mundo.

HIV (em verde) sendo liberados de uma célula T_H infectada MEV × 40.000

Reduções na atividade imunológica relacionadas à idade

Com o avançar da idade, o sistema imunológico torna-se menos eficaz no combate às doenças. Os linfócitos T tornam-se menos sensíveis aos antígenos, de forma que menos células T citotóxicas respondem a uma infecção. Esse efeito pode, pelo menos em parte, ser associado à redução gradual do timo e à diminuição nos níveis de hormônios tímicos em circulação. Como o número de linfócitos T helper também cai, os linfócitos B ficam menos sensíveis, de forma que os níveis de anticorpos não sobem tão rapidamente após exposição aos antígenos. O resultado é um aumento da suscetibilidade às infecções bacterianas e virais. Por essa razão, as vacinas para doenças virais agudas, como a gripe (*influenza*) e a pneumonia pneumocócica, são fortemente recomendadas para as pessoas com mais idade. A elevação da incidência de câncer em idosos reflete o declínio da vigilância imune, o que indica que as células tumorais não são eliminadas de maneira tão eficaz.

Revisão do Módulo 13.11

a. Defina distúrbios autoimunes.

b. Descreva a imunossupressão.

c. Dê uma explicação plausível para o aumento da incidência de câncer em pessoas idosas.

1. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos seguintes com a descrição mais adequada.

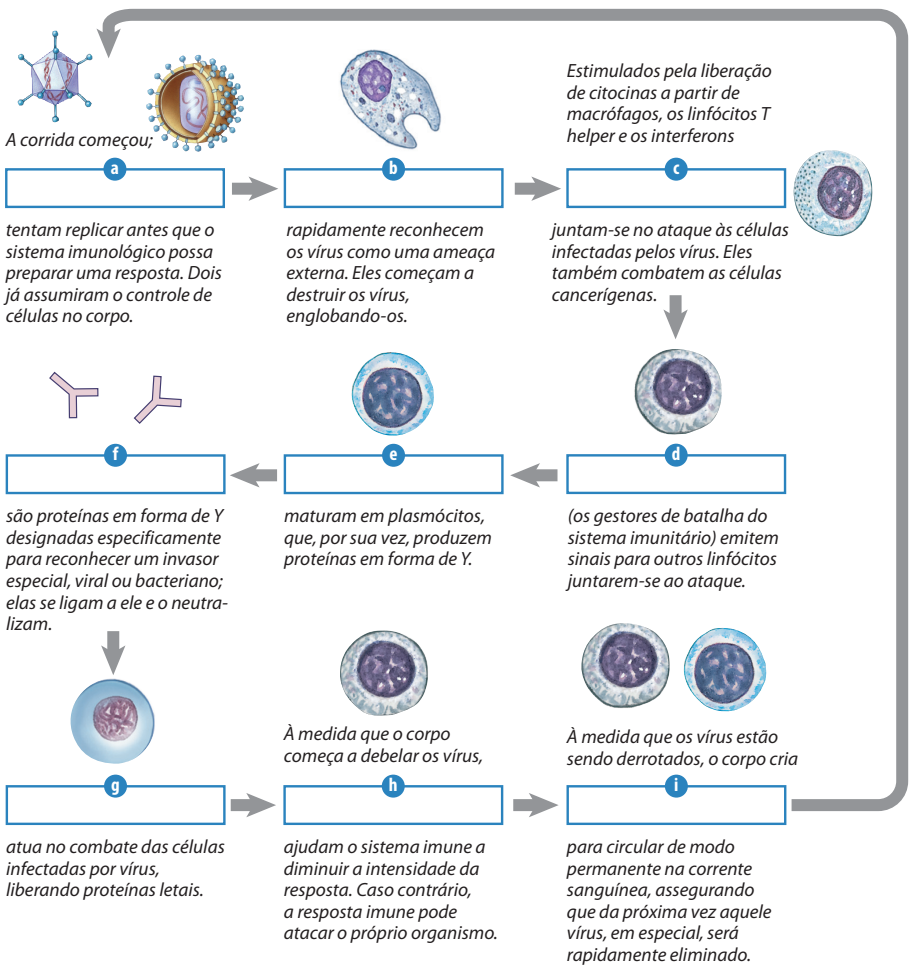
- Opsonização
- Linfócitos T helper
- Anticorpo
- Antígeno completo
- Neutralização
- IgM
- Aglutinação
- IgG
- Imunidade passiva
- Anafilaxia
- Rejeição ao enxerto
- Imunidade adquirida
- Linfócitos B

a	_____	Dois pares paralelos de cadeias polipeptídicas
b	_____	O maior problema após um transplante de órgão
c	_____	Ativa e passiva
d	_____	Envolve a transferência de anticorpos
e	_____	Atacado por HIV
f	_____	Melhora a fagocitose
g	_____	Aglomerado de glóbulos vermelhos, quando tipos de sangue incompatíveis são misturados
h	_____	Diferencia células de memória de plasmócitos
i	_____	Antígeno com pelo menos dois determinantes antigênicos
j	_____	Anticorpos usados para determinar o tipo de sangue
k	_____	Mecanismo do anticorpo que impede que um vírus ou uma toxina se ligue a uma célula do corpo
l	_____	Anticorpo abundante que fornece resistência contra muitos vírus, bactérias e toxinas bacterianas
m	_____	Alergênicos circulantes que estimulam mastócitos por todo o corpo

2. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos seguintes com a descrição mais estreitamente relacionada.

- Linfócitos T citotóxicos
- Vírus
- Linfócitos B
- Anticorpos
- Linfócitos T helper
- Macrófagos
- Linfócitos *natural killer* (NK)
- Linfócitos T supressores
- Linfócitos T e B de memória



Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Anatomia do sistema linfático

- sistema linfático
- linfócitos
- linfa
- vasos linfáticos
- linfáticos

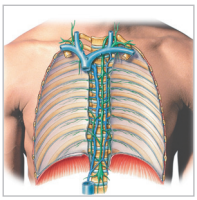
13.1

O fluido intersticial flui para dentro dos capilares linfáticos formando a linfa dentro dos vasos linfáticos

- vasos linfáticos
- capilares linfáticos
- linfa

13.2

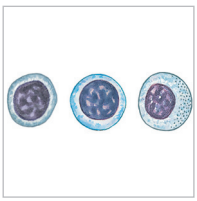
Pequenos vasos linfáticos fundem-se para formar ductos linfáticos, que se abrem nas veias subclávias



- sangue
- troncos linfáticos
- ducto torácico
- ducto linfático direito
- cisterna do quilo
- troncos lombares
- tronco intestinal
- linfedema

13.3

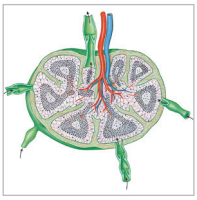
Os linfócitos são os responsáveis pelas funções imunológicas do sistema linfático



- antígenos
- linfócitos T
- linfócitos T citotóxicos
- imunidade mediada por células
- linfócitos T helper
- linfócitos T supressores
- células B
- plasmócitos
- imunidade mediada por anticorpos
- células B de memória
- células NK (*natural killer*)
- vigilância imunológica
- linfopoiese
- medula óssea vermelha
- células-tronco linfoides
- timo
- barreira hematotímica

13.4

Os linfócitos nos tecidos linfoides e os órgãos linfoides protegem o corpo contra patógenos e toxinas

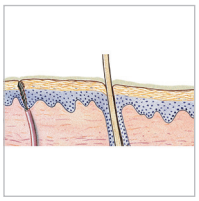


- tecido linfoide
- nódulos linfoides
- órgãos linfoides
- tecido linfoide associado à mucosa (MALT)
- tonsilas
- tonsila faríngea
- tonsilas palatinas
- tonsilas linguais
- tonsilite
- linfonodos
- vasos linfáticos aferentes
- células dendríticas
- vasos linfáticos eferentes
- timosinas

• = *Termos em negrito neste módulo.*

SEÇÃO 2

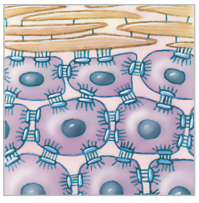
Imunidade inespecífica



- imunidade
- defesas inespecíficas
- resistência inespecífica
- barreiras físicas
- fagócitos
- vigilância imunológica
- interferons
- sistema do complemento
- resposta inflamatória
- febre
- defesas específicas
- resistência específica

13.5

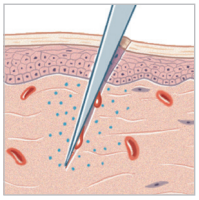
As barreiras físicas e os fagócitos desempenham um importante papel nas defesas inespecíficas



- sistema tegumentar
- epitélios
- fagócitos
- neutrófilos
- eosinófilos
- macrófagos
- sistema mononuclear fagocitário
- macrófagos fixos
- macrófagos livres
- diapedese
- quimiotaxia

13.6

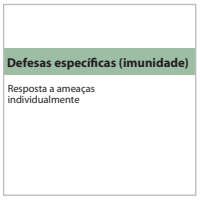
A inflamação é uma resposta localizada do tecido à lesão; a febre é uma resposta generalizada ao dano tecidual e à infecção



- inflamação
- febre
- pirogênios
- perforinas

SEÇÃO 3

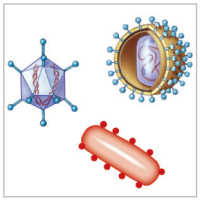
Imunidade específica



- defesas específicas
- imunidade
- imunidade específica
- imunidade passiva
- imunidade passiva naturalmente adquirida
- imunidade passiva artificialmente induzida
- imunidade ativa
- imunidade ativa naturalmente adquirida
- imunidade ativa artificialmente induzida
- imunidade inespecífica (inata)
- especificidade
- versatilidade
- clone
- memória imunológica
- células de memória
- tolerância

13.7

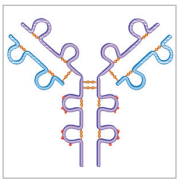
Defesas específicas são desencadeadas por exposição a fragmentos antigênicos



- apresentação antigênica
- células apresentadoras de antígenos (APCs)
- células T_C de memória
- células T_H de memória

13.8

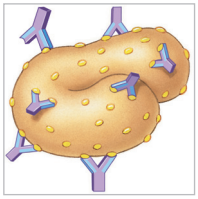
Os anticorpos são pequenas proteínas solúveis que se ligam aos antígenos específicos; podem inativar os antígenos ou desencadear outro processo de defesa



- molécula de anticorpo
- cadeias pesadas
- cadeias leves
- segmentos constantes
- segmentos variáveis
- locais de ligação ao antígeno
- complexo antígeno-anticorpo
- determinantes antigênicos (epítope)
- antígeno completo
- antígeno parcial
- imunoglobulinas (Igs)
- IgG, IgE, IgD, IgM, IgA
- resposta primária
- título de anticorpos
- resposta secundária

13.9

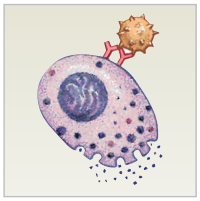
Os anticorpos utilizam diversos mecanismos para destruir os antígenos-alvo



- neutralização
- prevenção à adesão de patógenos
- ativação do complemento
- opsonização
- atração de fagócitos
- estimulação de inflamação
- aglutinação
- complexo imune

13.10

As respostas dos anticorpos podem causar alergias e anafilaxia



- alergias
- alergênicos
- hipersensibilidade imediata
- rinite alérgica
- reação de hipersensibilidade
- anafilaxia
- choque anafilático
- reações alérgicas localizadas
- reações alérgicas sistêmicas

13.11

Distúrbios imunológicos que envolvem a hiperatividade e a hipoatividade podem ser prejudiciais

- distúrbio autoimune
- autoanticorpos
- tireoidite
- artrite reumatoide
- diabetes tipo 1
- rejeição ao enxerto
- imunossupressão
- ciclosporina A (CsA)
- alergias
- doenças imunodeficientes
- síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS)
- vírus da imunodeficiência humana (HIV)
- infecções oportunistas

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Enfermeiro dermatológico

A PROFISSÃO

Um enfermeiro especializado em Dermatologia deve estar pronto para lidar com todo tipo de paciente. Boa parte deles sofreu graves ferimentos, que exigem tratamentos longos e intensos – o que é o caso da maioria das queimaduras.

Os conhecimentos de Anatomia e Fisiologia permanecem primordiais ao trabalho desse profissional, mas, obviamente, concentram-se principalmente na pele e em todos os tecidos subcutâneos do corpo. O enfermeiro dermatológico auxiliará o médico em muitas técnicas complexas, como o enxerto e o transplante de tecidos. Outras técnicas são de sua responsabilidade, como a aplicação de medicamentos, a limpeza das lesões (e do próprio paciente, que às vezes pode não se movimentar) e a troca e manutenção de curativos – alguns precisam ser trocados várias vezes ao dia.

Mais do que outras especialidades, esta exigirá muita concentração, dedicação e autocontrole de sua parte. Não serão poucos os pacientes (de todas as idades) que você receberá depois de terem passado por acidentes e incêndios.

Saiba mais

Conselho Federal de Enfermagem – http://novo.portalcofen.gov.br

Associação Brasileira de Enfermagem – www.abennacional.org.br

Conselho Regional de Enfermagem/SP – www.coren-sp.gov.br

Essa carreira é ideal para você? O trauma gerado por qualquer lesão cutânea, especialmente as queimaduras, é muito forte para a autoestima do paciente. Além da mudança de aparência, várias etapas do tratamento, como a câmara hiperbárica, os enxertos de pele e as cirurgias, podem ser tão ou mais dolorosas que a lesão em si. Você deverá, em suas ações, transmitir tranquilidade e segurança ao paciente, tornando-se seu porto seguro.

Formação As especializações disponíveis no mercado são predominantemente ministradas sob a forma de um curso de pós-graduação lato sensu, que dura entre um e dois anos. Normalmente, o tratamento de queimaduras é uma das disciplinas desenvolvidas na especialização em Dermatologia, mas já há instituições que oferecem cursos específicos em tratamento de queimados.

Na pós-graduação, você terá um contato mais aprofundado com diversos aspectos morfológicos e fisiológicos da pele, assim como métodos de avaliação, diagnóstico e tratamento de pacientes, em todas as competências da Dermatologia, não apenas a assistência ao queimado, mas também aos que apresentam lesões cutâneas, patologias vasculares, feridas, ostomias, entre outros. Contemplam-se, além disso, tópicos de ética, legislação e gestão de centros de atendimento. Ao final, costuma ser exigida uma monografia sobre algum dos temas desenvolvidos durante as aulas de formação.

Boa parte das disciplinas é ministrada de modo prático, dentro de clínicas ou hospitais. Em algumas instituições, o ingresso só é permitido ao diplomado em Enfermagem. Outras admitem qualquer outro profissional da área da saúde. Em todo caso, é obrigatório o registro no Conselho Regional de sua profissão.

Remuneração média A média salarial do profissional especializado em começo de carreira gira em torno de R$ 3.000,00*. Conforme a experiência a ser adquirida, o valor pode quadruplicar.

Perspectivas profissionais As principais oportunidades de trabalho estão em hospitais especializados e centros de reabilitação de queimados, tanto na rede pública quanto na particular. Também é possível atuar em clínicas dermatológicas e de cirurgia plástica, já que a fase de recuperação das lesões é longa e exige acompanhamento constante.

*Número obtido por meio de consulta às vagas disponíveis no site <www.catho.com.br>, em 23/1/2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Pacientes graves podem precisar de acompanhamento exclusivo, tanto no leito hospitalar quanto no sistema home care. Caso opte pelo trabalho autônomo, considere a formalização profissional, com abertura de microempresa.

Fontes consultadas

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Programa do curso de Pós-Graduação em Queimaduras – Monthe/UEG. Disponível em: <www.npq.org.br/npq/programas_educacao.htm>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Capítulo 13 – Questões de revisão

1. Liste e explique quatro características gerais da imunidade.
2. Explique como a formação de um complexo antígeno-anticorpo pode eliminar um antígeno.
3. O avô de Kátia recebe o diagnóstico de câncer no pulmão. Quando seu médico retira amostras (biópsias) de vários gânglios linfáticos das regiões vizinhas do corpo, Kátia se pergunta por que, já que o câncer está nos pulmões. O que você diria a ela?
4. Tony descobre que ficou exposto ao sarampo e está preocupado que possa ter contraído a doença. Seu médico toma uma amostra de sangue e a envia para um laboratório para medir os níveis de anticorpos. Os resultados mostram um nível elevado de anticorpos IgM para o vírus do sarampo, mas muito poucos anticorpos IgG para esse mesmo vírus. Será que Tony contraiu a doença?
5. Um investigador na cena do crime descobre algum fluido corporal nas roupas da vítima. Ele pega uma amostra, cuidadosamente, e a envia para o laboratório criminal, para análise. Com base na análise de imunoglobulinas, o laboratório criminal poderia determinar se a amostra é plasma do sangue ou sêmen? Justifique sua resposta.

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

14

Sistema respiratório

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia funcional do sistema respiratório

14.1 Descrever o papel da mucosa respiratória, identificar os órgãos da parte superior do sistema respiratório e descrever suas funções.
14.2 Descrever as estruturas e funções das vias aéreas extrapulmonares e a anatomia superficial dos pulmões.
14.3 Descrever a anatomia funcional dos alvéolos.

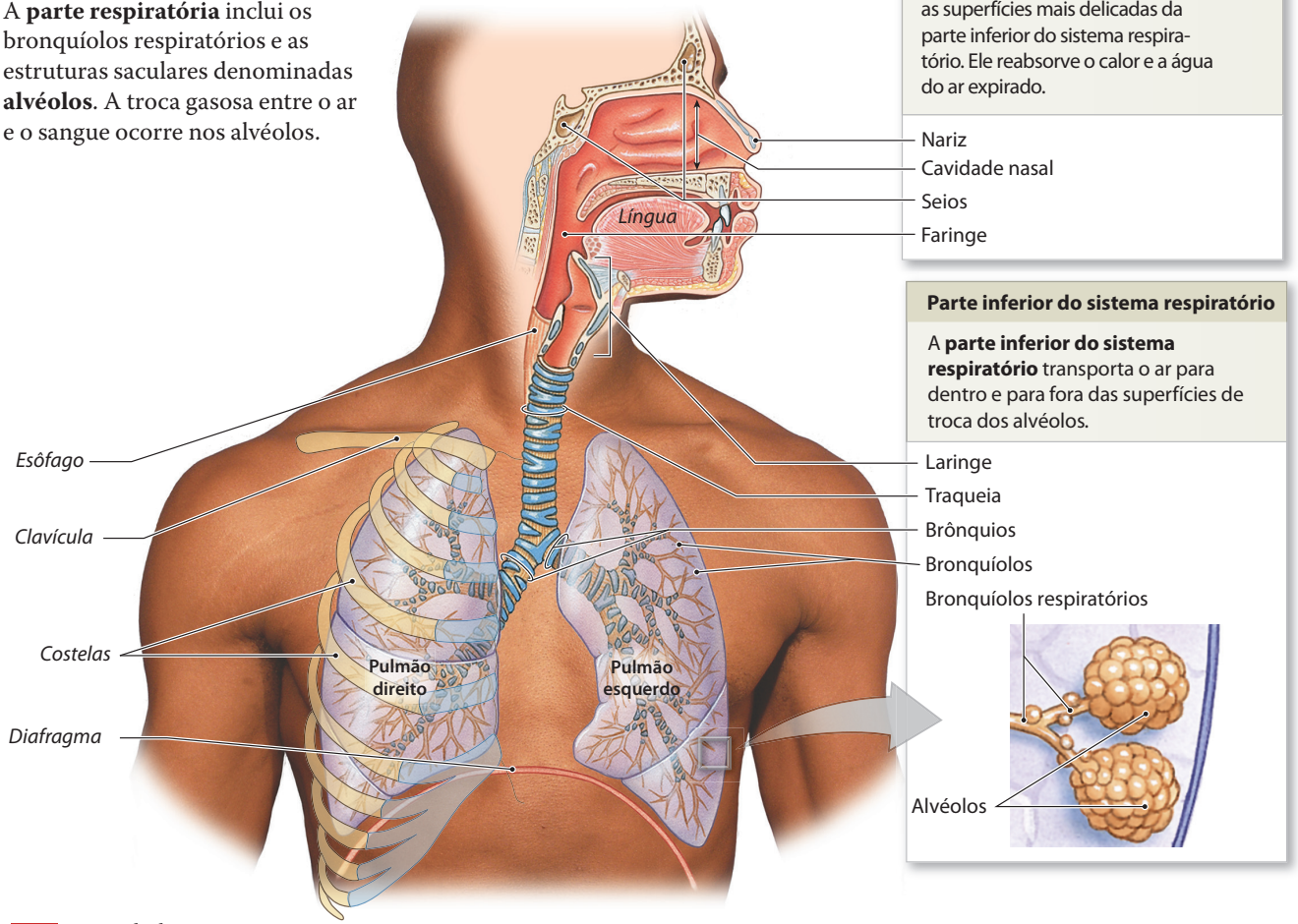
SEÇÃO 2 • Fisiologia respiratória

14.4 Resumir os princípios físicos que regem a circulação de ar para dentro e para fora dos pulmões.
14.5 Nomear os músculos respiratórios e descrever as ações dos músculos responsáveis pelos movimentos respiratórios.
14.6 Descrever a difusão de oxigênio e gás carbônico durante a respiração pulmonar e celular, e explicar como o sangue transporta esses gases.
14.7 Descrever as estruturas do tronco encefálico que influenciam o controle da respiração, e os efeitos do gás carbônico na frequência respiratória.
14.8 **MÓDULO CLÍNICO** Explicar como a doença pulmonar e o tabagismo podem afetar o fluxo de ar, e descrever as mudanças associadas à idade em relação ao sistema respiratório.

Anatomia funcional do sistema respiratório

O **sistema respiratório** é constituído de estruturas que transportam o ar para os pulmões e vice-versa, e que trocam gases entre o ar e o sangue. Nesta seção, vamos considerar a organização estrutural e funcional desse sistema do corpo.

1 O sistema respiratório é anatomicamente dividido em **parte superior do sistema respiratório** e **parte inferior do sistema respiratório**. As vias de ambas as divisões que transportam o ar de/para as superfícies de trocas gasosas constituem as **vias aéreas**. As vias aéreas são compostas de uma porção condutora e uma parte respiratória. A **porção condutora** começa na cavidade nasal e se estende até os **bronquíolos terminais**. A **parte respiratória** inclui os bronquíolos respiratórios e as estruturas saculares denominadas **alvéolos**. A troca gasosa entre o ar e o sangue ocorre nos alvéolos.

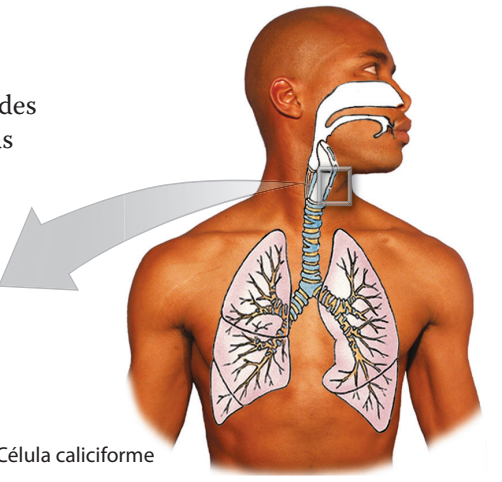


2 Esta tabela resume as principais funções do sistema respiratório.

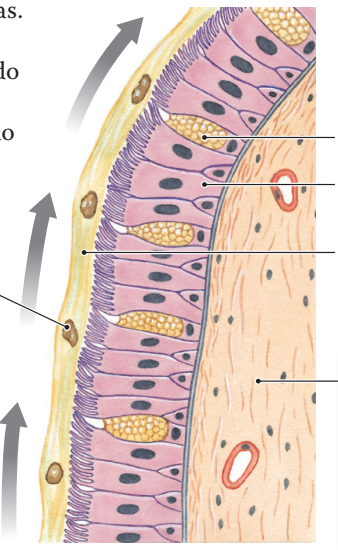
Principais funções do sistema respiratório
• Fornecer uma grande área de superfície para as trocas gasosas entre o ar e o sangue circulante.
• Transportar o ar de/para as superfícies de troca dos pulmões ao longo das vias aéreas.
• Proteger as superfícies respiratórias de desidratação e mudanças de temperatura, e proteger contra a invasão de patógenos.
• Produzir sons envolvidos com a fala, o canto e outras formas de comunicação.
• Auxiliar o sentido do olfato por meio dos receptores olfatórios nas porções superiores da cavidade nasal.

A mucosa respiratória limpa, aquece e umidifica o ar inalado

As superfícies de troca gasosa do sistema respiratório podem ser severamente danificadas se o ar que você inala (respira) contiver restos ou patógenos. Os pelos nasais evitam a entrada de detritos ou insetos. As redes de vasos sanguíneos nas paredes irradiam calor para as cavidades nasais para aquecer o ar que entra, e as secreções das glândulas mucosas nas cavidades nasais e seios paranasais umidificam o ar.



1 A **mucosa respiratória** reveste a maior parte da porção condutora das vias aéreas. A estrutura do epitélio respiratório muda ao longo das vias aéreas. O epitélio colunar ciliado pseudoestratificado, com numerosas células caliciformes, reveste a cavidade nasal, a porção superior da faringe, a traqueia, os brônquios e os bronquíolos maiores.



O batimento ciliar varre o muco e quaisquer detritos presos ou microrganismos para a faringe, na qual eles podem ser expelidos ou engolidos e destruídos pelos ácidos e enzimas do estômago. Esse movimento ciliar limpa e protege continuamente as superfícies respiratórias. Quando o ar chega à porção respiratória do trato, as partículas maiores que 5 µm foram presas e removidas.

A **lâmina própria** é a camada subjacente de tecido conjuntivo areolar que sustenta o epitélio respiratório. Na parte superior do sistema respiratório, na traqueia e nos brônquios, a lâmina própria contém glândulas mucosas que despejam secreções sobre a superfície epitelial.

2 A **fibrose cística (FC)** é a doença hereditária letal mais comum entre os descendentes de caucasianos do norte da Europa. Há 1.000 novos casos de FC diagnosticados por ano. Os sinais e sintomas mais perigosos resultam da produção de um muco anormalmente espesso e pegajoso. Esse muco denso se acumula e restringe o fluxo de ar. Infecções potencialmente letais podem se desenvolver nas vias aéreas e pulmões se esse muco estagnado for colonizado por bactérias. Com o passar do tempo, inflamação crônica e infecções podem danificar o sistema respiratório de forma permanente. Esta paciente, portadora de fibrose cística, está recebendo uma inalação, o que diluirá o muco temporariamente.

3 Podemos observar melhor as características da parte superior do sistema respiratório e as características que conduzem à parte inferior do sistema respiratório em um corte sagital.

Faringe

A **faringe** é uma câmara compartilhada pelos sistemas digestório e respiratório. As paredes curvas superior e posterior da faringe estão intimamente ligadas ao esqueleto axial, mas as paredes laterais são flexíveis e musculares.

A **nasofaringe** é a porção superior da faringe localizada entre o palato mole e os cóanos.

A **orofaringe** (*oris*, boca) estende-se entre o palato mole e a raiz da língua no nível do osso hioide. Na fronteira entre a nasofaringe e a orofaringe, o epitélio muda de colunar pseudoestratificado para epitélio escamoso estratificado.

A **laringofaringe** estreita inclui a parte da faringe entre o osso hioide e a entrada para a laringe e o esôfago. Como a orofaringe, a laringofaringe é revestida com um epitélio escamoso estratificado.

A **traqueia** conduz o ar em direção aos pulmões.

A cavidade nasal abre-se para a nasofaringe através de uma ligação conhecida como **cóanos**.

O **vestíbulo nasal** é o espaço existente dentro dos tecidos flexíveis do nariz. O epitélio contém pelos grossos que se estendem pelas narinas. Esses pelos retêm partículas do ar, evitando que entrem na cavidade nasal.

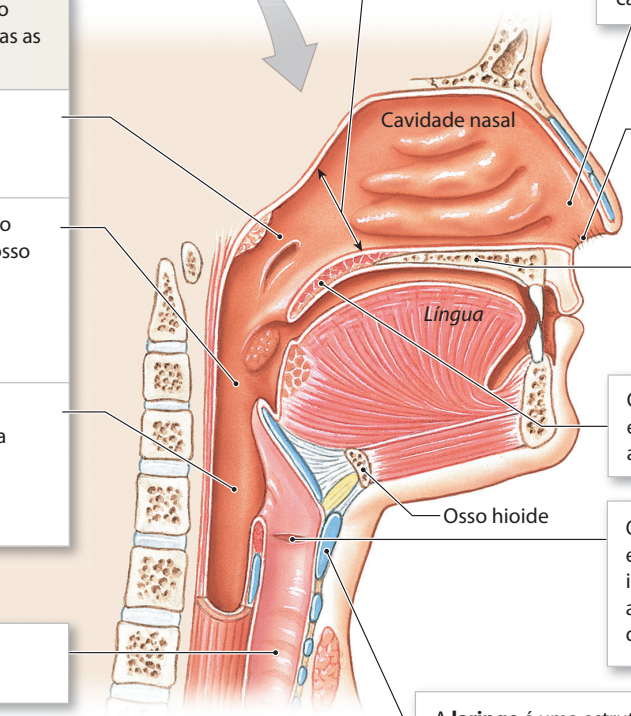
O ar normalmente entra no nariz através do par de **narinas**, que se abrem para a cavidade nasal.

O **palato duro** ósseo forma o assoalho da cavidade nasal e a separa da cavidade oral.

O **palato mole** muscular estende-se posteriormente ao palato duro.

O ar inalado deixa a faringe e entra na laringe. No seu interior, passa por uma abertura estreita denominada **glote**.

A **laringe** é uma estrutura cartilaginosa que envolve e protege a glote. A laringe marca o início da parte inferior do sistema respiratório e contém as pregas vocais.



O revestimento da cavidade nasal contém uma extensa rede de veias altamente expansíveis que podem liberar calor como um radiador. Conforme o ar frio e seco entra pelas superfícies expostas da cavidade nasal, ele é aquecido e a água no muco evapora. Portanto, o ar que se desloca de sua cavidade nasal para seus pulmões fica aquecido quase à temperatura do corpo e fica praticamente saturado com vapor de água. Isso protege as superfícies respiratórias mais delicadas do frio ou de ressecamento. Respirar pela boca elimina grande parte do condicionamento do ar inalado e aumenta a perda de calor e de água cada vez que você expira.

Revisão do Módulo 14.1

a. Qual é o papel dos cílios que revestem a mucosa respiratória?

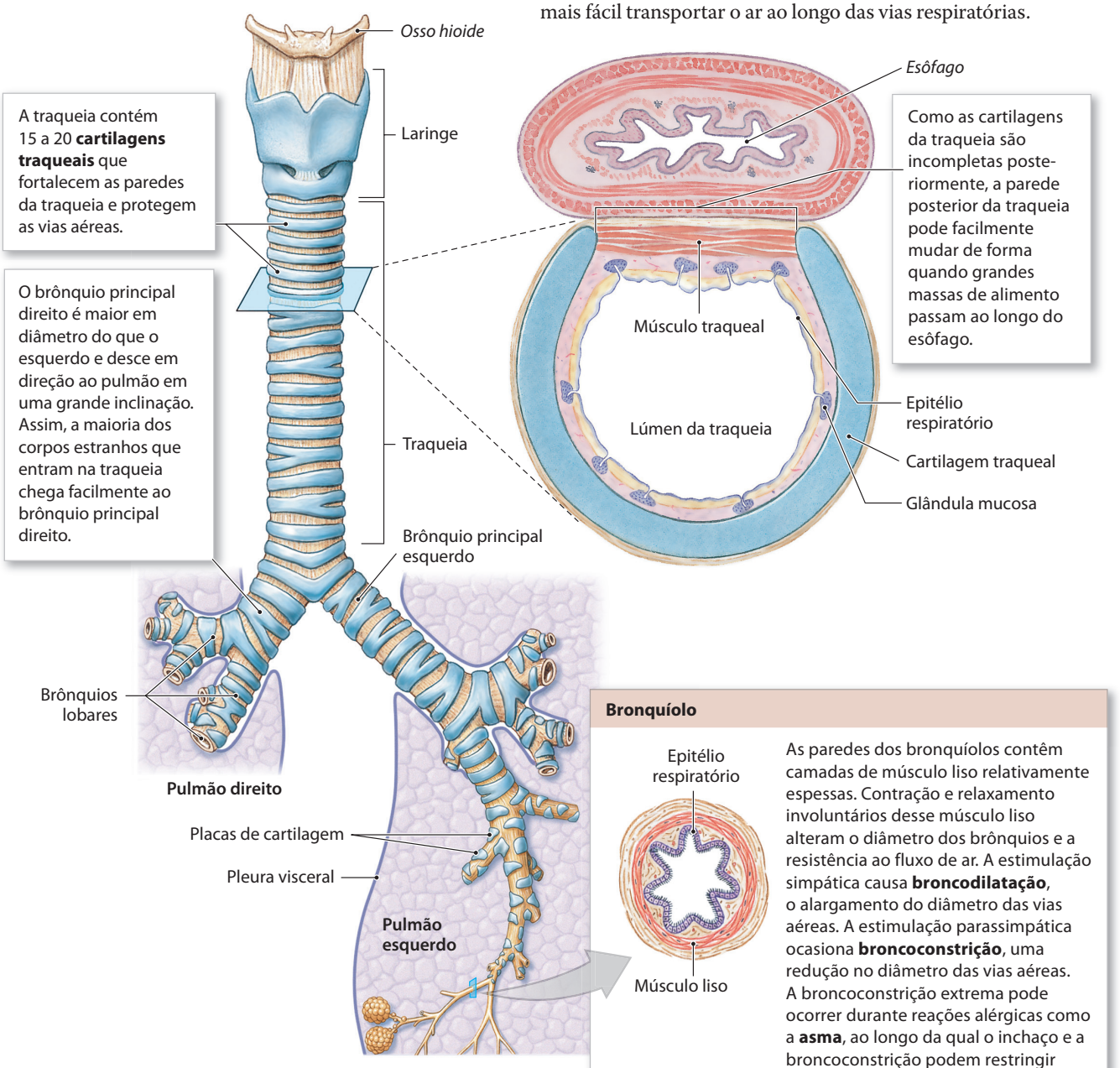
b. Por que a fibrose cística pode se tornar letal?

c. Como o ar inalado é aquecido?

A traqueia e os brônquios principais transportam o ar para e a partir dos pulmões

1 A **traqueia** é um tubo flexível resistente com um diâmetro de aproximadamente 2,5 cm. A traqueia ramifica-se para formar os **brônquios principais** direito e esquerdo. O padrão de ramificação dos brônquios é denominado árvore brônquica.

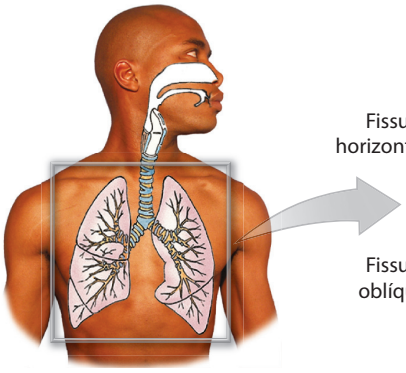
2 Esta é uma vista seccional da traqueia. Um ligamento elástico e o **músculo traqueal** ligam as extremidades de cada cartilagem traqueal em forma de C. Quando o músculo traqueal contrai, a traqueia fica menor em diâmetro, o que aumenta a resistência ao fluxo de ar. Essa constrição da traqueia também aumenta a força do ar expelido durante a tosse, e ajuda a expulsar as substâncias irritantes. Quando o músculo da traqueia relaxa, ela se torna maior em diâmetro, o que faz com que seja mais fácil transportar o ar ao longo das vias respiratórias.



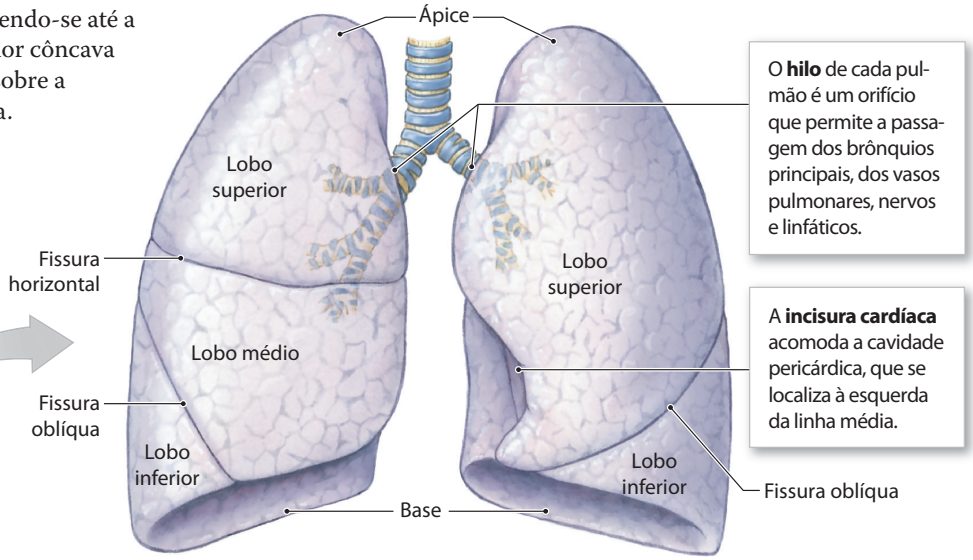
Bronquíolo

As paredes dos bronquíolos contêm camadas de músculo liso relativamente espessas. Contração e relaxamento involuntários desse músculo liso alteram o diâmetro dos brônquios e a resistência ao fluxo de ar. A estimulação simpática causa **broncodilatação**, o alargamento do diâmetro das vias aéreas. A estimulação parassimpática ocasiona **broncoconstrição**, uma redução no diâmetro das vias aéreas. A broncoconstrição extrema pode ocorrer durante reações alérgicas como a **asma**, ao longo da qual o inchaço e a broncoconstrição podem restringir severamente ou mesmo impedir o fluxo de ar.

3 Cada pulmão tem a forma de um cone rombo, com o ápice estendendo-se até a primeira costela. A porção inferior côncava ampla de cada pulmão repousa sobre a superfície superior do diafragma.



Vista anterior



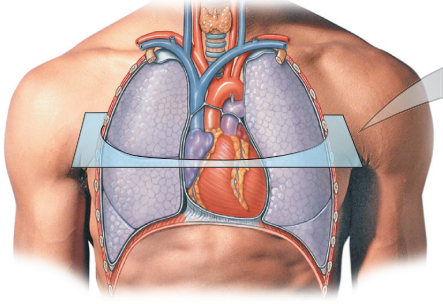
O **hilo** de cada pulmão é um orifício que permite a passagem dos brônquios principais, dos vasos pulmonares, nervos e linfáticos.

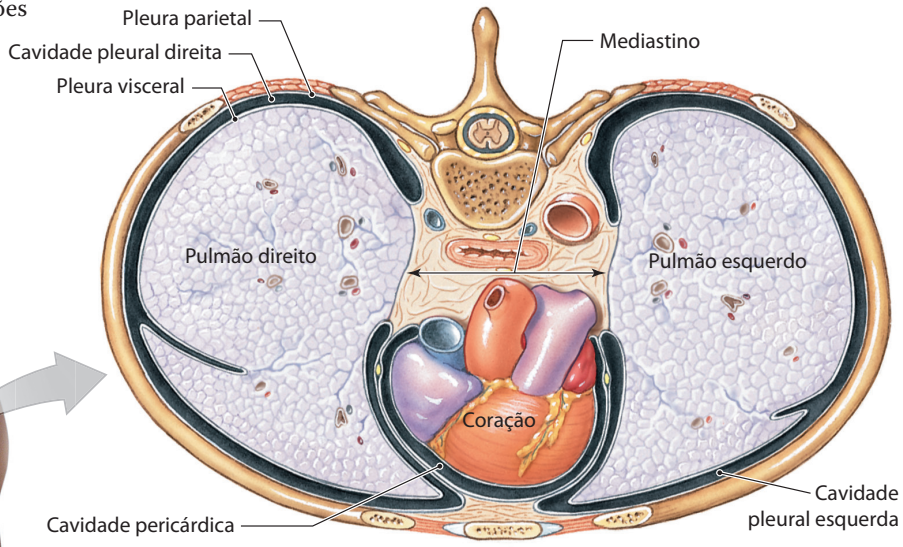
A **incisura cardíaca** acomoda a cavidade pericárdica, que se localiza à esquerda da linha média.

As **fissuras horizontal** e **oblíqua** dividem o pulmão direito em três lobos: **lobo superior**, **lobo médio** e **lobo inferior**.

A **fissura oblíqua** divide o pulmão esquerdo em apenas dois lobos: **lobo superior** e **lobo inferior**.

4 Esta vista superior da cavidade torácica mostra a relação entre os pulmões, o coração e o mediastino. As cavidades pleurais circundam os pulmões e a cavidade pericárdica envolve o coração. O revestimento da cavidade pleural é uma membrana serosa denominada **pleura**. A pleura parietal reveste a superfície interna da parede torácica, a pleura visceral cobre as superfícies dos pulmões e a cavidade pleural situa-se entre elas.





Revisão do Módulo 14.2

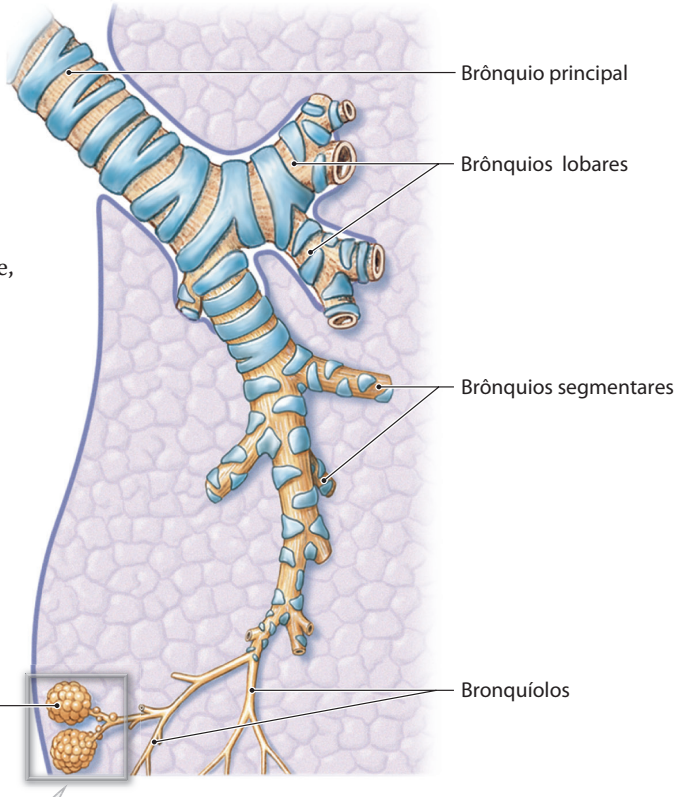
a. Por que as cartilagens traqueais têm a forma de um C, em vez de formarem anéis completos?

b. Se algum alimento entra acidentalmente na traqueia, em qual brônquio é mais provável que ele se aloje? Por quê?

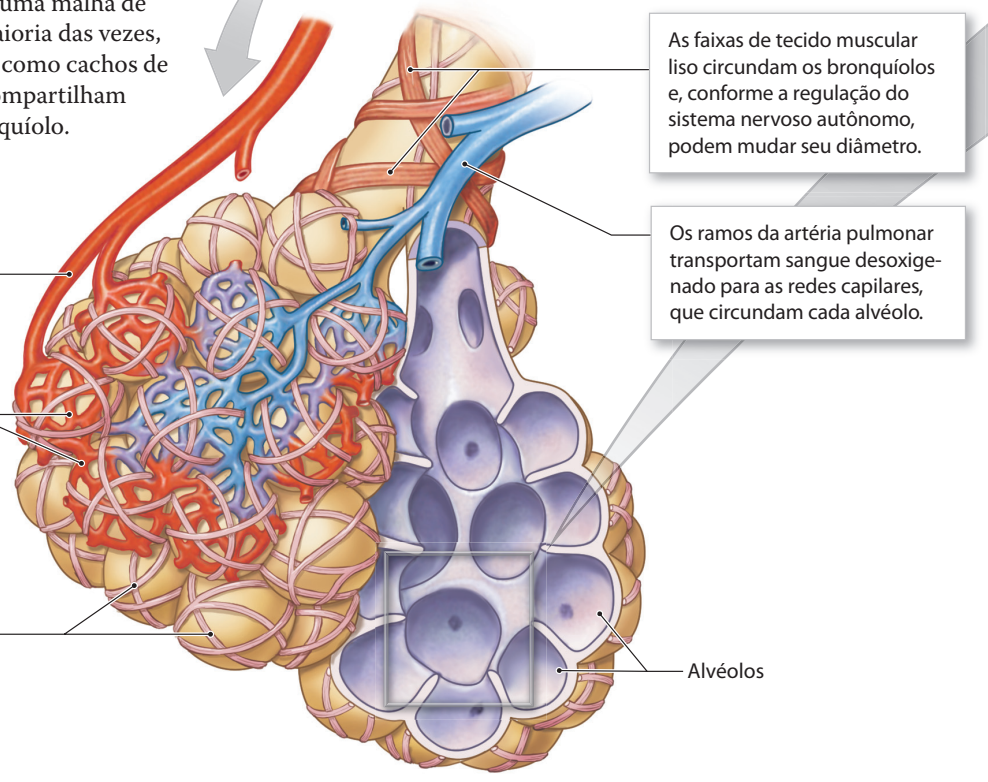
c. Qual pulmão apresenta a incisura cardíaca? Qual é a função da incisura cardíaca?

A troca gasosa ocorre nos alvéolos

1 A porção condutora das vias aéreas entra nos pulmões como brônquios principais de grande diâmetro, sustentados por anéis de cartilagem. Quando os brônquios ramificam-se e tornam-se mais estreitos, eles passam a ser sustentados por blocos de cartilagem e, em seguida, nos bronquíolos, por uma camada de músculo liso. Nos bronquíolos respiratórios as paredes contêm faixas de células musculares lisas (ver a seguir). Esses bronquíolos delicados levam a pequenos sacos denominados **alvéolos**. Cada pulmão contém aproximadamente 150 milhões de alvéolos, o que dá ao pulmão uma clara aparência de esponja.



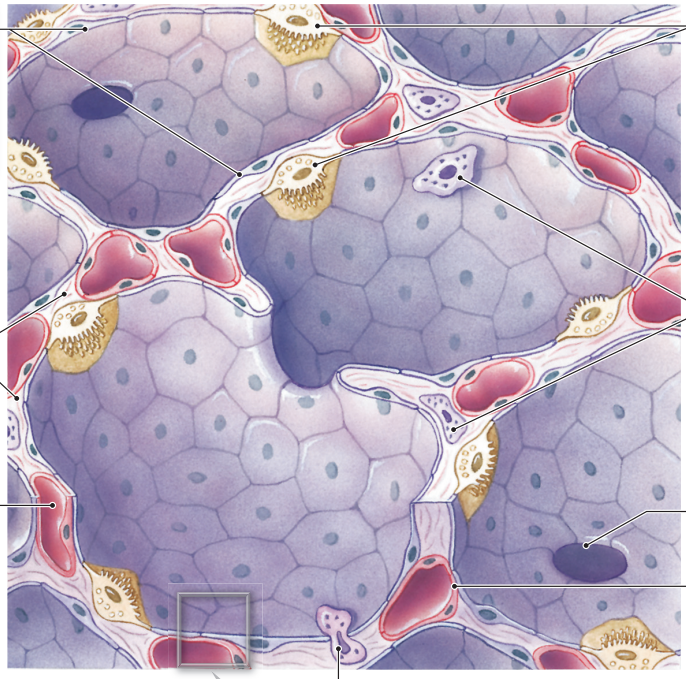
2 Cada alvéolo está rodeado por uma rede capilar que é sustentada por uma malha de fibras de tecido conjuntivo. Na maioria das vezes, os alvéolos formam aglomerados, como cachos de uvas, e aglomerados adjacentes compartilham uma conexão com um único bronquíolo.



3 O epitélio alveolar é essencialmente um epitélio escamoso simples. Os capilares circundantes diferem funcionalmente de outros capilares, pois eles se dilatam quando os níveis de oxigênio alveolar ficam elevados e contraem-se quando os níveis de oxigênio ficam baixos. Essa resposta aos níveis de oxigênio direciona o fluxo de sangue para os alvéolos que contêm mais oxigênio.

As células epiteliais escamosas excepcionalmente finas são os locais de troca gasosa.

As células secretoras de surfactante são um segundo tipo de célula no epitélio alveolar. Essas células produzem **surfactante**, uma secreção lipídica que forma um revestimento superficial sobre uma camada fina de água, com o objetivo de reduzir a tensão superficial.



Fibras elásticas

Macrófagos alveolares varrem a superfície epitelial, fagocitando qualquer partícula que chegue à superfície alveolar.

Capilar

Interligação entre alvéolos adjacentes

Célula endotelial do capilar

Macrófago alveolar

4 A troca gasosa ocorre por difusão através da **membrana respiratória** ou **barreira hematoaérea** em cada alvéolo. A difusão ocorre rapidamente através dessa estrutura, pois a espessura é pequena e tanto o oxigênio como o gás carbônico são lipossolúveis.

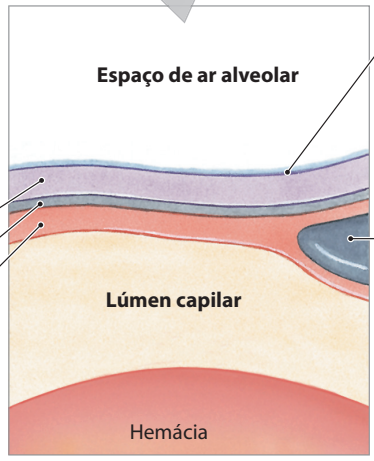
Membrana respiratória

A distância total que separa o ar alveolar do sangue pode ser tão pequena como 0,1 µm; a membrana respiratória mais fina tem aproximadamente 1/70 do diâmetro de uma hemácia.

Epitélio alveolar

Membranas basais fundidas

Endotélio capilar



O surfactante reduz a tensão de superfície no líquido que reveste a superfície do alvéolo. As paredes alveolares são finas e delicadas, como bolhas de sabão. Sem surfactante, a tensão superficial seria tão alta que os alvéolos entrariam em colapso.

Núcleo de célula endotelial

Revisão do Módulo 14.3

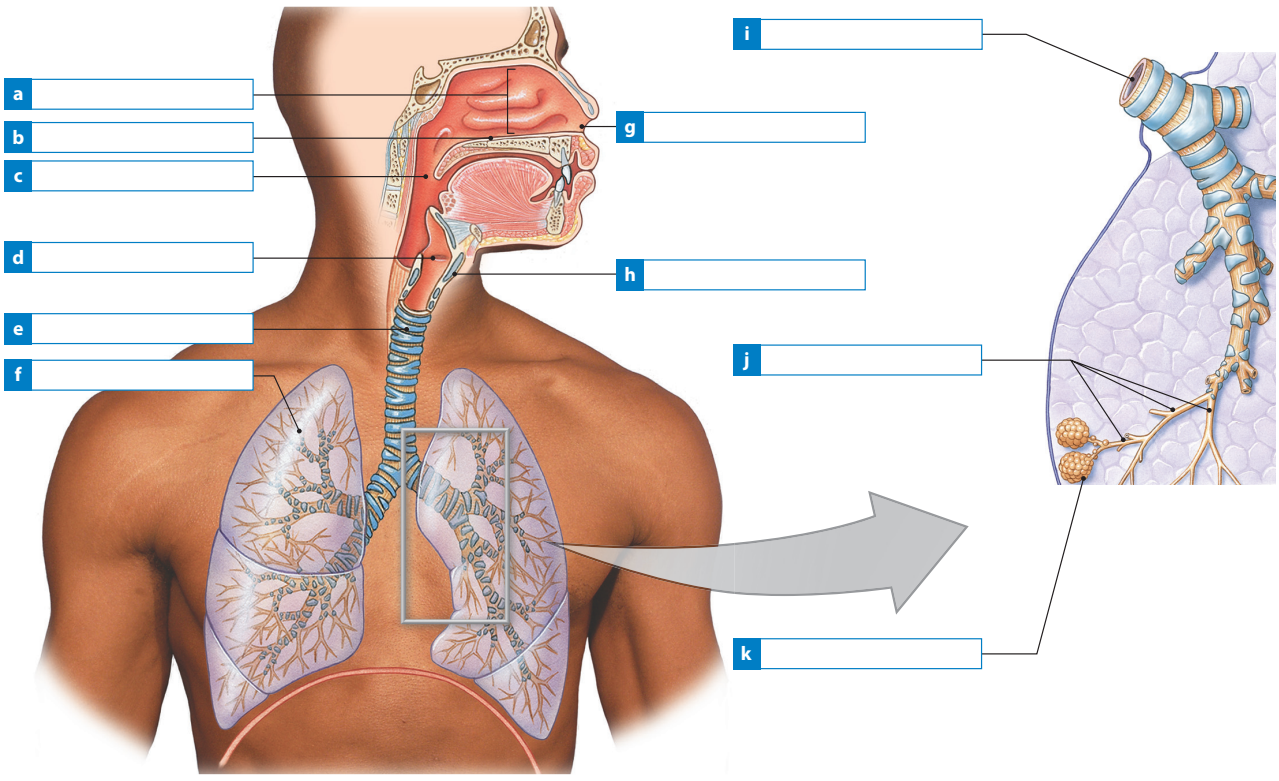
a. Descreva os papéis dos três tipos de células associados aos alvéolos.

b. Descreva como a estrutura da membrana respiratória melhora a difusão de gás.

c. O que aconteceria com os alvéolos se o surfactante não fosse produzido?

1. Legenda

Crie legendas para as estruturas do sistema respiratório na figura a seguir.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência de cada um dos termos a seguir com a sua descrição mais próxima.

- Brônquio principal esquerdo
- Mucosa respiratória
- Palato mole
- Broncodilatação
- Brônquio principal direito
- Cóanos
- Células epiteliais escamosas simples
- Surfactante
- Fibrose cística
- Traqueia
- Faringe
- Membrana respiratória
- Laringe
- Broncoconstrição

a	_____	Evita colapso dos alvéolos
b	_____	Traqueia
c	_____	Componente alveolar da membrana respiratória
d	_____	Ativação simpática
e	_____	Suprimento de ar para o pulmão com dois lobos
f	_____	Ativação parassimpática
g	_____	Local comum para corpos estranhos aspirados
h	_____	Superfície de troca gasosa
i	_____	Posterior ao palato duro
j	_____	Câmara compartilhada pelos sistemas respiratório e digestório
k	_____	Envolve e protege a glote
l	_____	Doença respiratória hereditária letal
m	_____	Reveste a porção condutora das vias aéreas
n	_____	Conecta a cavidade nasal e a nasofaringe

Fisiologia respiratória

O termo **respiração** refere-se a dois processos integrados: respiração pulmonar e respiração celular.

1 Esta ilustração apresenta uma visão geral da respiração e mostra as relações entre a respiração pulmonar (ventilação pulmonar, difusão de gases e transporte de gases) e a respiração celular.

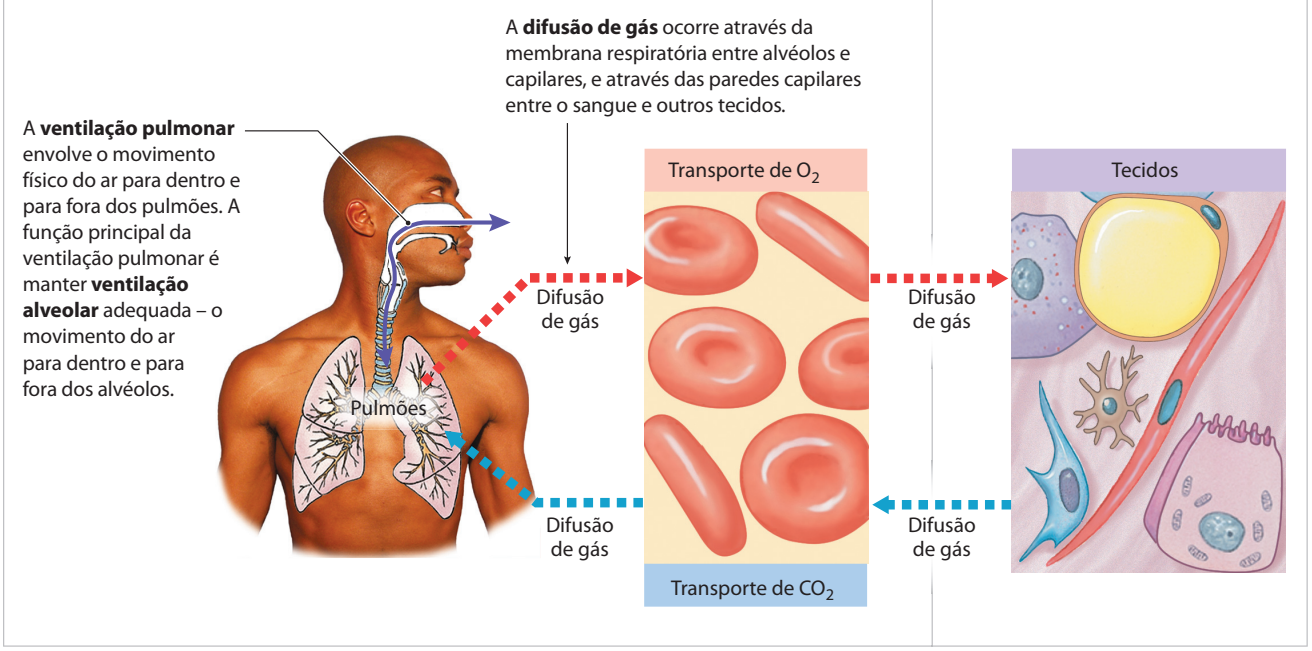
Respiração

Respiração pulmonar

A **respiração pulmonar** está envolvida com a troca de oxigênio e gás carbônico entre os tecidos corporais e o ambiente externo. O objetivo da respiração pulmonar, e a função principal do sistema respiratório, é atender às demandas respiratórias das células.

Respiração celular

A **respiração celular** é a absorção de O_2 e a liberação de CO_2 pelas células teciduais (consideraremos as vias bioquímicas responsáveis pelo consumo de O_2 e geração de CO_2 no Capítulo 16).

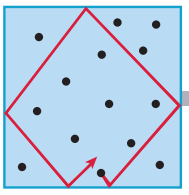


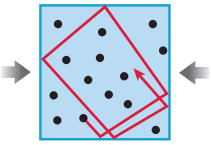
As anormalidades que afetam quaisquer aspectos da respiração pulmonar acabarão afetando as concentrações de oxigênio disponíveis para os tecidos. Se o conteúdo de oxigênio diminuir, os tecidos afetados morrerão por falta de oxigênio. A **hipóxia**, ou níveis de oxigênio baixos do tecido, limita rigorosamente as atividades metabólicas da área afetada. Se o suprimento de oxigênio é cortado completamente, a condição resultante é denominada **anóxia**. Grande parte dos danos causados por derrames e ataques cardíacos são consequência de anóxia localizada, que mata as células daquela área.

As alterações de pressão dentro das cavidades pleurais direcionam a ventilação pulmonar

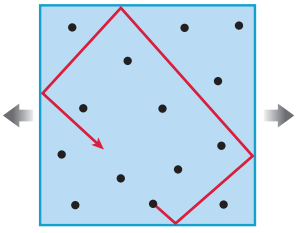
Em um gás como o ar, as moléculas circulam como objetos independentes. Na pressão atmosférica normal as moléculas ficam muito mais dispersas do que as moléculas em um líquido, portanto, a densidade do ar é relativamente baixa. Se um gás é encerrado em um recipiente, a pressão exercida por esse gás resulta da colisão das moléculas com as paredes do recipiente. Quanto maior o número de colisões, maior a pressão do gás.

1 Estes diagramas o ajudarão a compreender as relações entre a pressão e o volume de um gás. Para um gás em um recipiente fechado e a uma temperatura constante, se você diminuir o volume, a sua pressão subirá. Se você aumentar o volume do gás, a pressão cairá. Essa é uma relação inversa entre volume (V) e pressão (P), de modo que V↓, P↑.



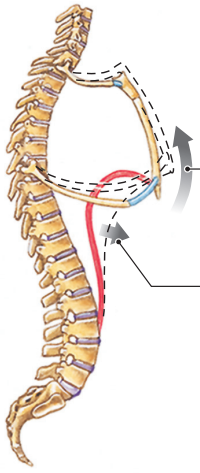


V↓ provoca P↑
Se você diminuir o volume do recipiente, as colisões ocorrerão mais frequentemente por unidade de tempo, elevando a pressão do gás.



V↑ provoca P↓
Se você aumentar o volume do recipiente, menos colisões ocorrerão por unidade de tempo, porque demora mais para a molécula de gás ir de uma parede a outra. Como resultado, a pressão do gás no interior do recipiente diminui.

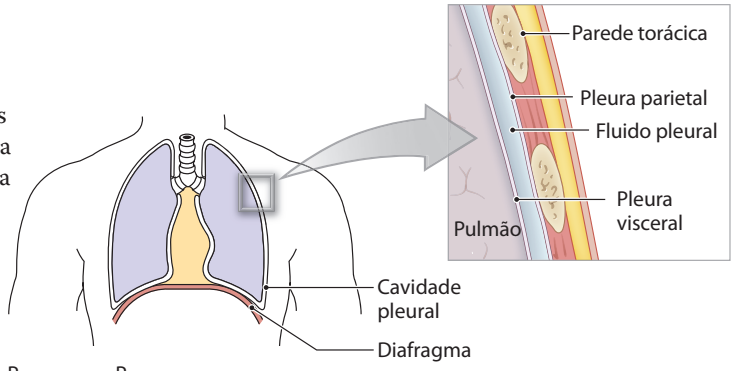
2 O que isso tem a ver com a respiração? Os movimentos do diafragma e do gradeado costal alteram o volume da cavidade torácica. Isso provoca mudanças no volume dos pulmões. Quando a forma da cavidade torácica se altera, ela expande ou comprime os pulmões, mudando a pressão do ar (gás) dentro das vias aéreas.



O movimento para cima do gradeado costal aumenta a profundidade e a largura da cavidade torácica, elevando o seu volume e reduzindo a pressão no seu interior.

Quando o diafragma contrai, ele tensiona e abaixa. Esse movimento aumenta o volume da caixa torácica, reduzindo a pressão no seu interior.

3 Quando você começa a respirar, as pressões (P) interna e externa da cavidade torácica são idênticas, e não há entrada ou saída de ar dos seus pulmões.

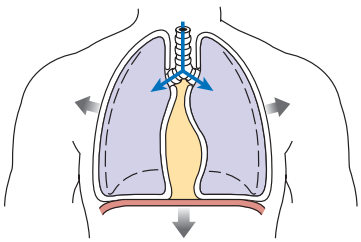


$P_{externa} = P_{interna}$

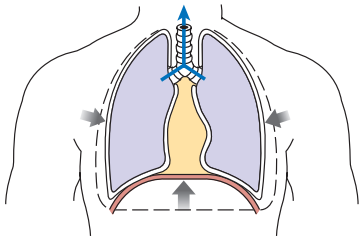
As pressões do lado de fora e do lado de dentro são iguais, portanto, não ocorre movimento de ar.

A camada de fluido pleural contida na cavidade pleural faz com que os pulmões possam aderir às paredes internas do tórax. Esse tipo de aderência fluídica faz com que um apoio de copo grude num copo molhado. Os tecidos elásticos dos pulmões estão sempre tentando se reenovelar e reduzir o volume pulmonar para cerca de 5% de seu tamanho normal. A aderência fluídica entre as pleuras parietal e visceral impede que isso aconteça. E, se uma lesão permite que o ar entre na cavidade pleural, essa aderência é rompida e o pulmão colapsa. A presença de ar na cavidade pleural é denominada **pneumotórax** e o colapso pulmonar resultante é chamado de **atelectasia**.

4 O ar flui de uma área de maior pressão para uma área de menor pressão. Quando a cavidade torácica aumenta durante a inspiração, a pressão cai dentro dos pulmões e o ar flui para dentro. Quando a cavidade torácica diminui de volume durante a expiração, a pressão aumenta no interior dos pulmões, forçando o ar para fora do sistema respiratório.

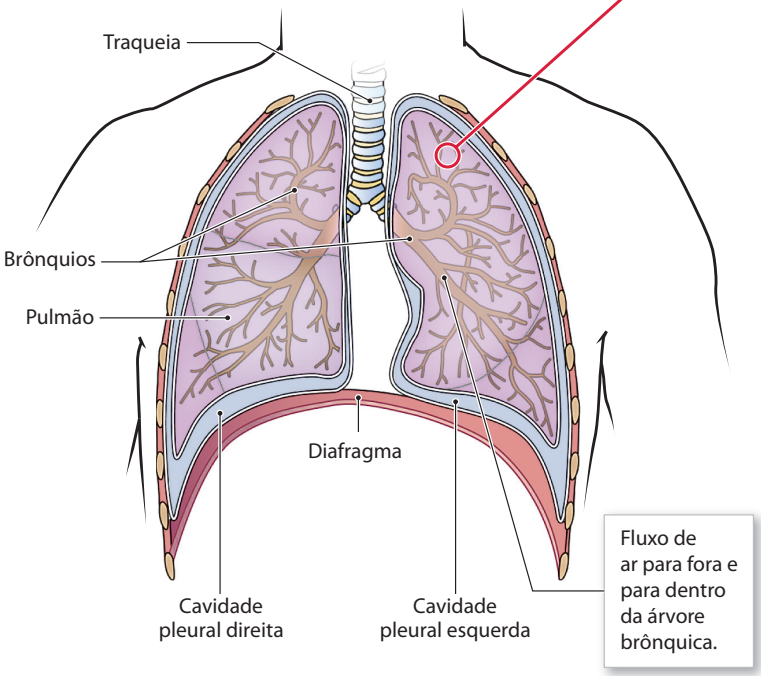


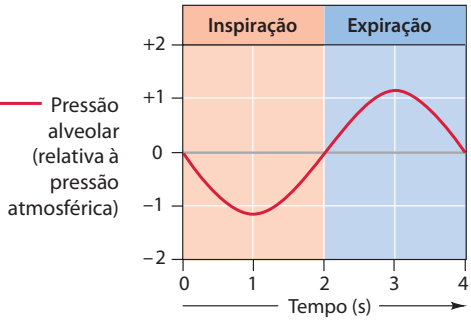
Inspiração: o volume aumenta
$P_{externa} > P_{interna}$
A pressão interna diminui, então o ar flui para dentro



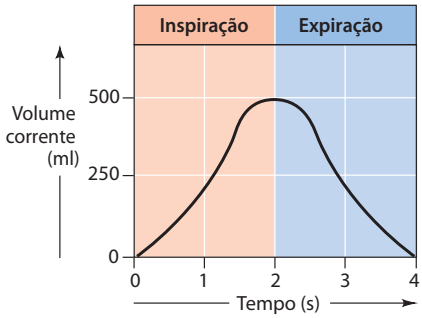
Expiração: o volume diminui
$P_{externa} < P_{interna}$
A pressão interna aumenta, então o ar flui para fora

5 O que determina a direção do fluxo de ar? A diferença entre a pressão atmosférica e a **pressão intrapulmonar**, a pressão no interior das vias aéreas. A **pressão alveolar** é a pressão intrapulmonar medida nos alvéolos.





A diferença de pressão de 0 mm Hg existe quando as pressões atmosférica e intrapulmonar são iguais. As pressões intrapulmonares positivas empurrarão o ar para fora dos pulmões; as pressões intrapulmonares negativas farão com que o ar entre rapidamente nos pulmões.



O **volume corrente (VC)** é a quantidade de ar movimentado para dentro dos pulmões durante a inspiração, ou para fora dos pulmões durante a expiração. Em repouso, o volume corrente é de aproximadamente 500 ml.

Revisão do Módulo 14.4

a. Descreva a relação entre pressão e volume para um gás.

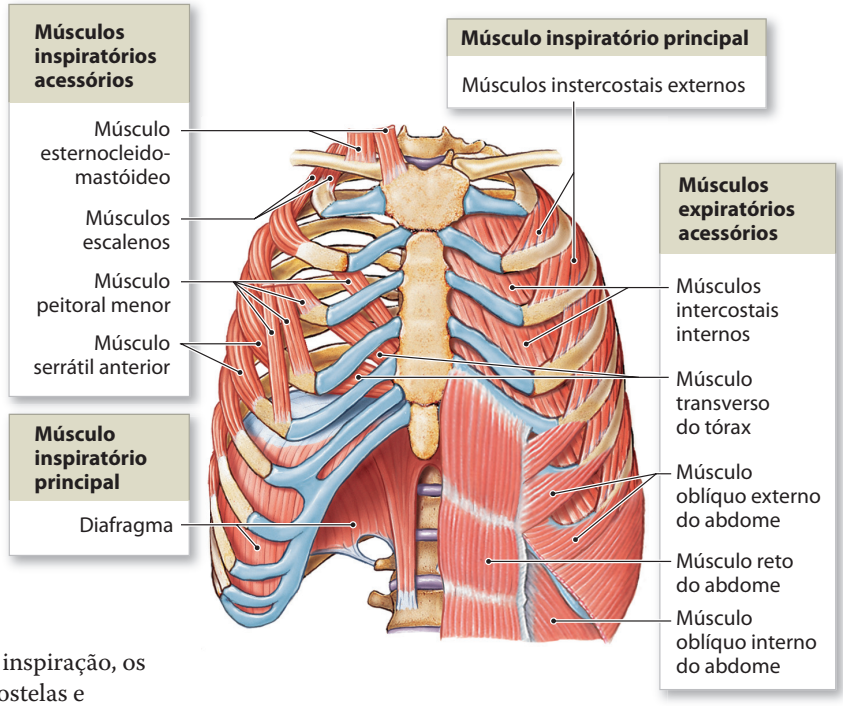
b. Quais mudanças físicas afetam o volume dos pulmões?

c. Quais pressões determinam a direção do fluxo de ar dentro das vias aéreas?

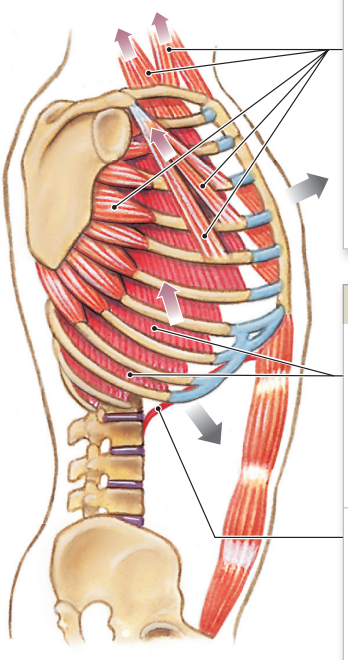
Os músculos respiratórios ajustam o volume corrente para atender às demandas respiratórias

Os músculos respiratórios estão envolvidos com a inspiração ou a expiração. Aqueles envolvidos com a inspiração são denominados **músculos inspiratórios**. Os músculos envolvidos com a expiração são denominados **músculos expiratórios**.

1 A vista anterior ao lado apresenta os **músculos respiratórios principais** e **acessórios**. Os músculos principais, o diafragma e os músculos intercostais externos são músculos inspiratórios. Quando você está respirando tranquilamente, a inspiração é ativa, mas a expiração é passiva – as forças elásticas e a gravidade são suficientes para reduzir o volume dos pulmões.



2 A vista lateral abaixo mostra, durante a inspiração, os músculos inspiratórios que elevam as costelas e deprimem o diafragma para aumentar a cavidade torácica.



Músculos inspiratórios acessórios (ativos quando necessários)

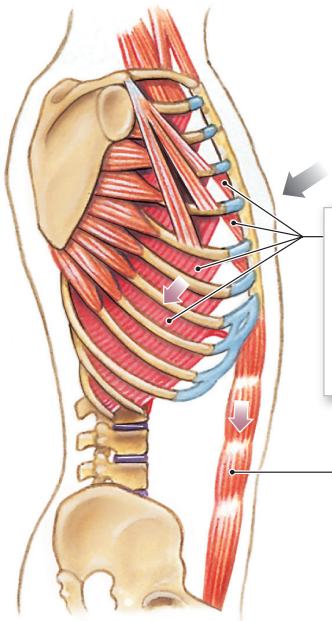
A contração dos músculos acessórios auxilia os músculos intercostais externos na elevação das costelas. Os músculos aumentam a velocidade e a amplitude de movimento das costelas, quando os músculos respiratórios principais são incapazes de movimentar ar suficiente para atender à demanda de oxigênio dos tecidos.

Músculos inspiratórios principais

A contração dos músculos intercos-tais externos eleva as costelas. Essa ação contribui em aproximadamente 25% para o volume de ar nos pulmões em repouso.

A contração do diafragma achata o assoalho da cavidade torácica, aumentando seu volume e levando ar para os pulmões. Isso é responsável por cerca de 75% do movimento de ar em uma respiração normal em repouso.

3 A vista lateral correspondente abaixo mostra, durante expiração forçada, os músculos expiratórios acessórios que deprimem as costelas e empurram o diafragma relaxado para dentro da cavidade torácica. Os músculos do abdome que auxiliam na expiração forçada são representados por um único músculo (o reto do abdome).

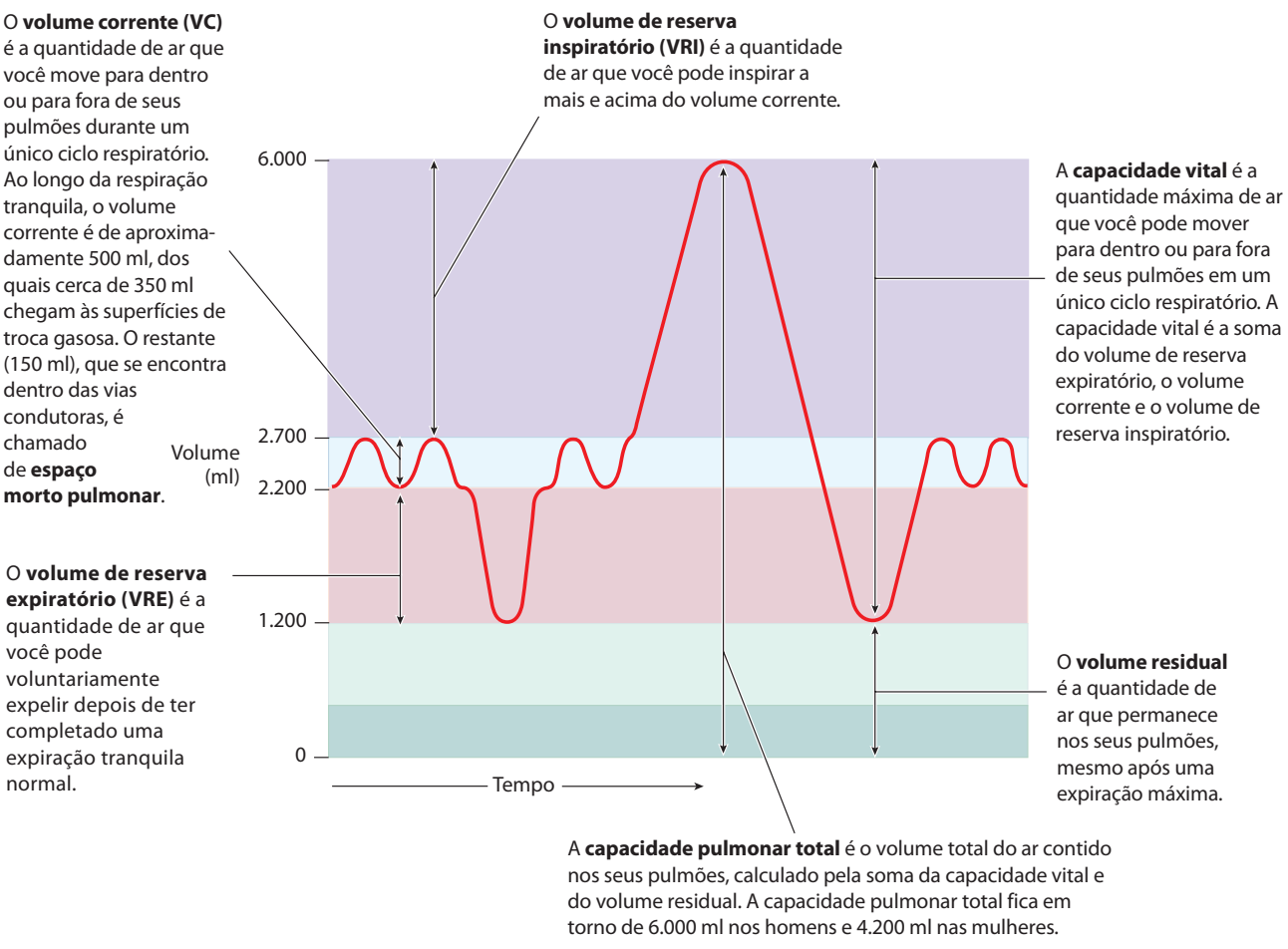


Os músculos intercostal interno e transverso do tórax deprimem as costelas e reduzem a largura e a profundidade da cavidade torácica.

Músculo reto do abdome (outros músculos do abdome não mostrados)

4 Um **ciclo respiratório** é constituído de uma inspiração e uma expiração. Apenas uma pequena quantidade do ar nos pulmões é trocada durante um único ciclo respiratório tranquilo. Podemos aumentar o volume corrente inalando com mais vigor e expirando mais completamente. Podemos dividir o volume total dos pulmões em uma série de **volumes** e **capacidades** (cada capacidade é a soma de diversos volumes), com base em diferentes graus de esforço, conforme indicado neste gráfico. A linha vermelha mostra o volume de ar no interior dos pulmões durante a respiração. Esses volumes e capacidades são úteis em medicina, para auxiliar no diagnóstico de vários distúrbios respiratórios, ou na avaliação do estado de saúde ou recuperação de uma doença pulmonar.

Volumes e capacidades pulmonares (adulto masculino)



5 A tabela ao lado compara os volumes pulmonares em homens e mulheres saudáveis.

Volumes pulmonares

		Homens	Mulheres
Capacidade vital	VRI	3.300	1.900
	VC	500	500
	VRE	1.000	700
Volume residual		1.200	1.100
Capacidade pulmonar total		6.000 ml	4.200 ml

Revisão do Módulo 14.5

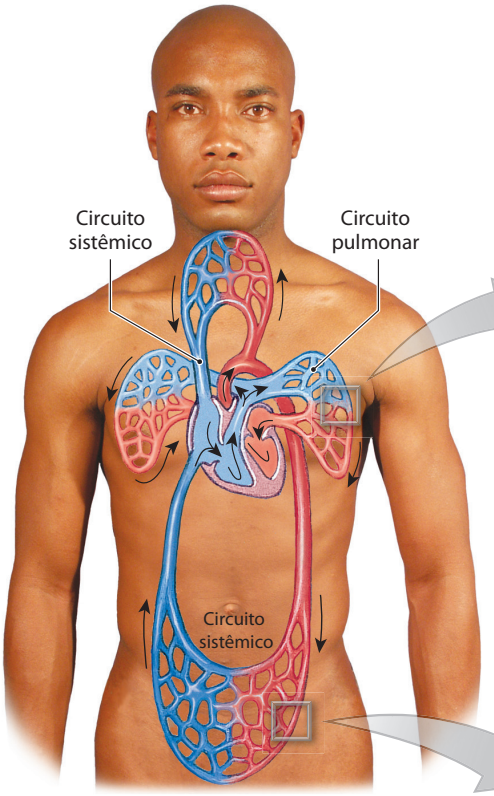
a. Nomeie os diversos volumes pulmonares mensuráveis.

b. Identifique os músculos inspiratórios principais.

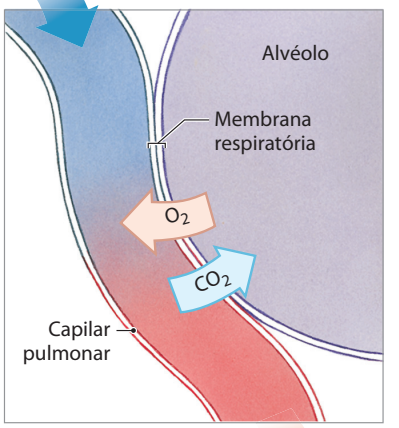
c. Quando os músculos respiratórios acessórios tornam-se ativos?

A difusão de gás depende das concentrações relativas e das solubilidades dos gases

1 A ilustração a seguir mostra a difusão de oxigênio e de gás carbônico durante a respiração pulmonar no circuito pulmonar e durante a respiração celular no circuito sistêmico.

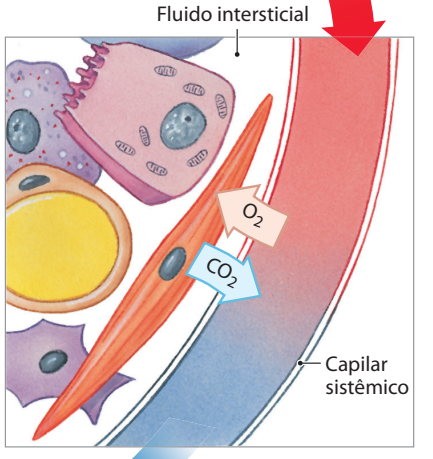


Respiração pulmonar



O sangue que chega às artérias pulmonares tem concentração de oxigênio mais baixa e maior concentração de gás carbônico do que o ar alveolar. A difusão entre a mistura alveolar e os capilares pulmonares eleva, assim, os níveis de oxigênio no sangue, reduzindo os níveis de CO_2. No momento em que o sangue entra nas vênulas pulmonares, ele chega ao equilíbrio com o ar alveolar. Dessa forma, o sangue deixa os alvéolos com níveis de oxigênio relativamente altos e níveis de gás carbônico bem mais baixos.

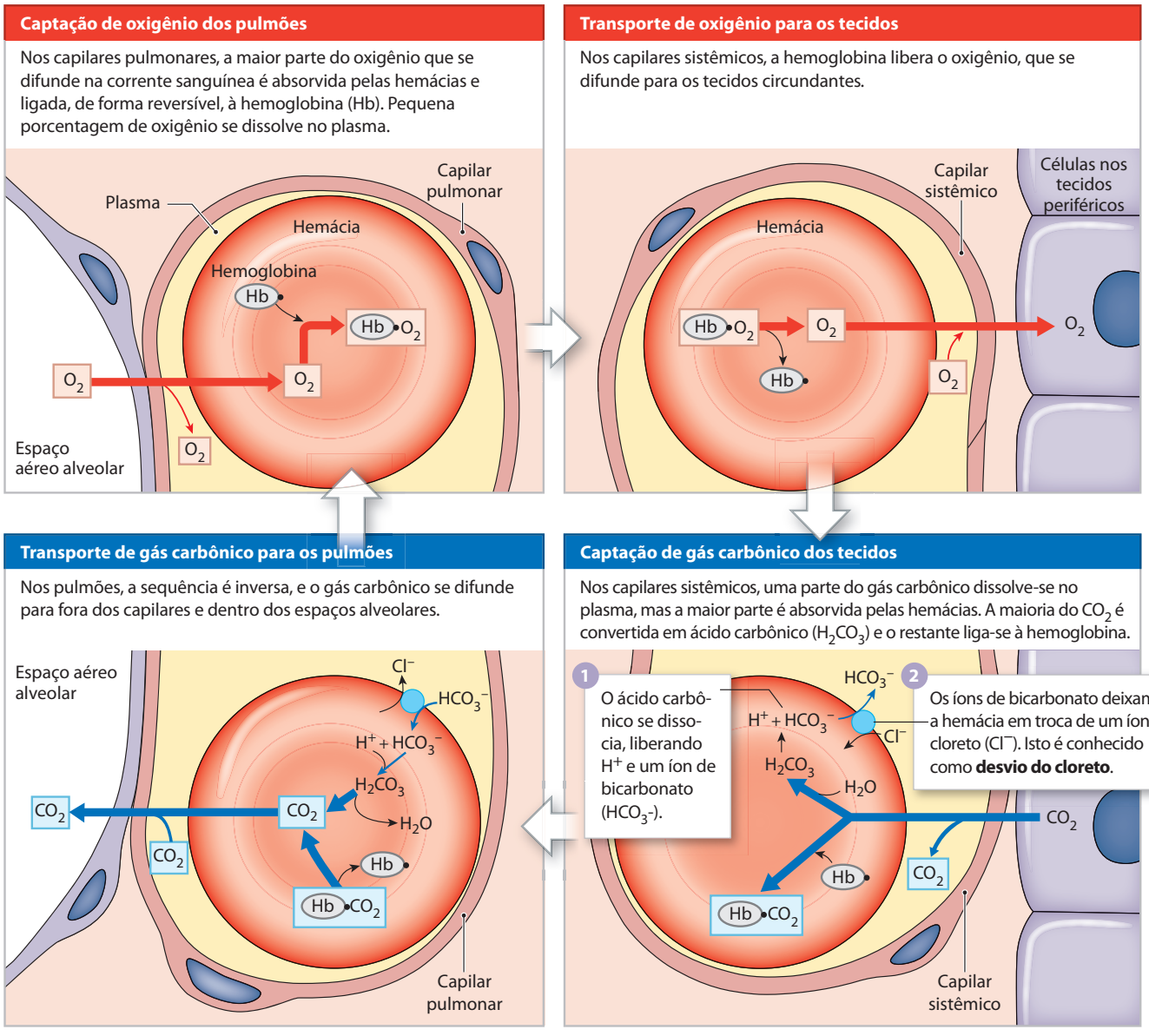
Respiração celular



As células nos tecidos periféricos estão continuamente consumindo oxigênio e gerando gás carbônico. Como resultado, o fluido intersticial normal tem níveis de oxigênio muito mais baixos e níveis muito mais elevados de gás carbônico do que o sangue que chega aos capilares. Direcionado por essas diferenças de concentração, o oxigênio difunde-se para fora do sangue e o gás carbônico difunde-se para dentro do sangue.

Toda molécula de oxigênio que entra nos tecidos periféricos é equilibrada por uma molécula de oxigênio absorvida nos alvéolos, e a molécula de oxigênio absorvida será substituída no próximo ciclo respiratório. Mas se a necessidade de oxigênio do tecido aumenta – suponha que você está correndo para uma aula – o equilíbrio é perturbado. A sua frequência respiratória e o volume corrente devem, então, aumentar.

2 A ilustração a seguir resume como a corrente sanguínea transporta oxigênio e gás carbônico nos pulmões (à esquerda) e nos tecidos periféricos (à direita).



Revisão do Módulo 14.6

a. Descreva as forças que movem oxigênio e gás carbônico através da membrana respiratória.

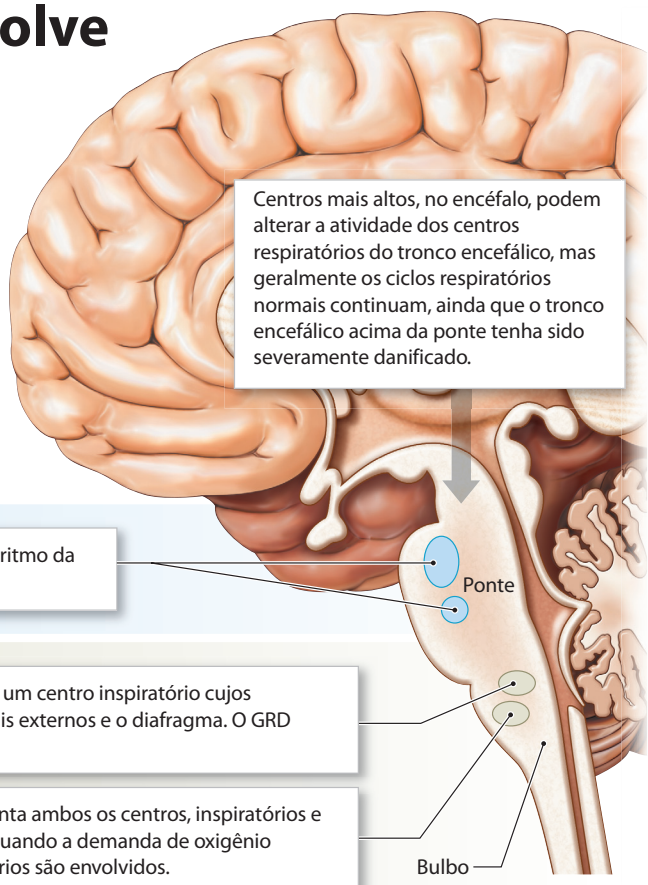
b. Qual molécula liga o oxigênio na hemácia?

c. Descreva as três maneiras que o gás carbônico é transportado na corrente sanguínea.

O controle respiratório envolve centros que interagem no tronco encefálico

A respiração continua ao longo da vida, sem a necessidade de sua atenção consciente. Os centros subconscientes da ponte e do bulbo controlam os ciclos respiratórios.

1 O controle respiratório envolve vários níveis de regulação no tronco encefálico. O esforço consciente pode, temporariamente, influenciar ou substituir esses centros, mas eles têm a decisão final — você não pode, por exemplo, prender a respiração por tempo indeterminado.



Ponte

Os centros respiratórios na ponte ajustam o ritmo da respiração definido por aqueles do bulbo.

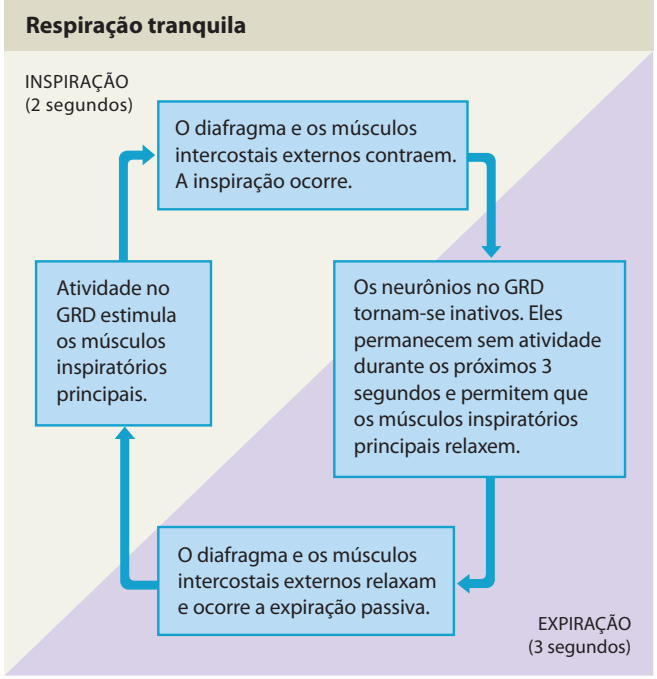
Bulbo

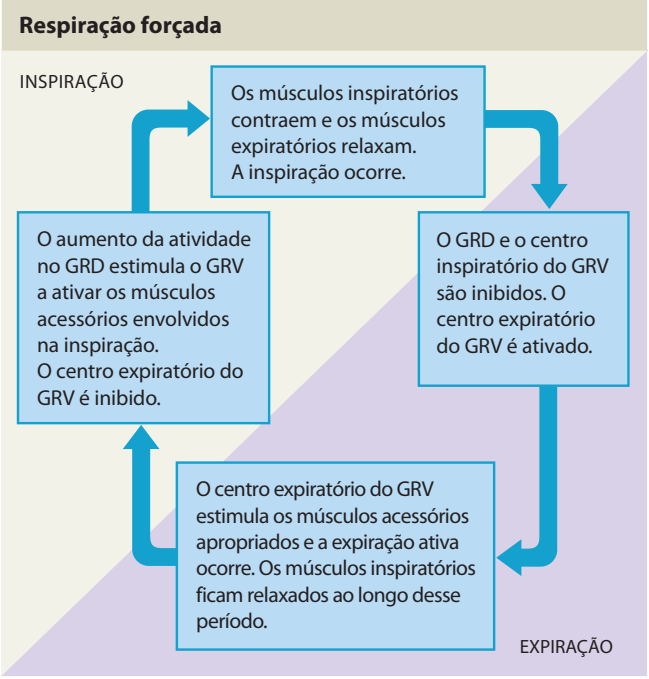
O **grupo respiratório dorsal (GRD)** contém um centro inspiratório cujos neurônios controlam os músculos intercostais externos e o diafragma. O GRD funciona em cada ciclo respiratório.

O **grupo respiratório ventral (GRV)** apresenta ambos os centros, inspiratórios e expiratórios, mas eles funcionam somente quando a demanda de oxigênio aumenta e os músculos respiratórios acessórios são envolvidos.

2 Este fluxograma mostra os eventos envolvidos na **respiração tranquila** em um indivíduo em repouso.

3 A **respiração forçada** aumenta a ventilação pulmonar para níveis máximos envolvendo os músculos respiratórios acessórios.

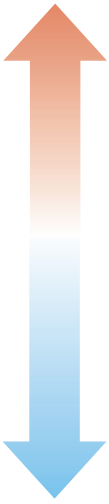




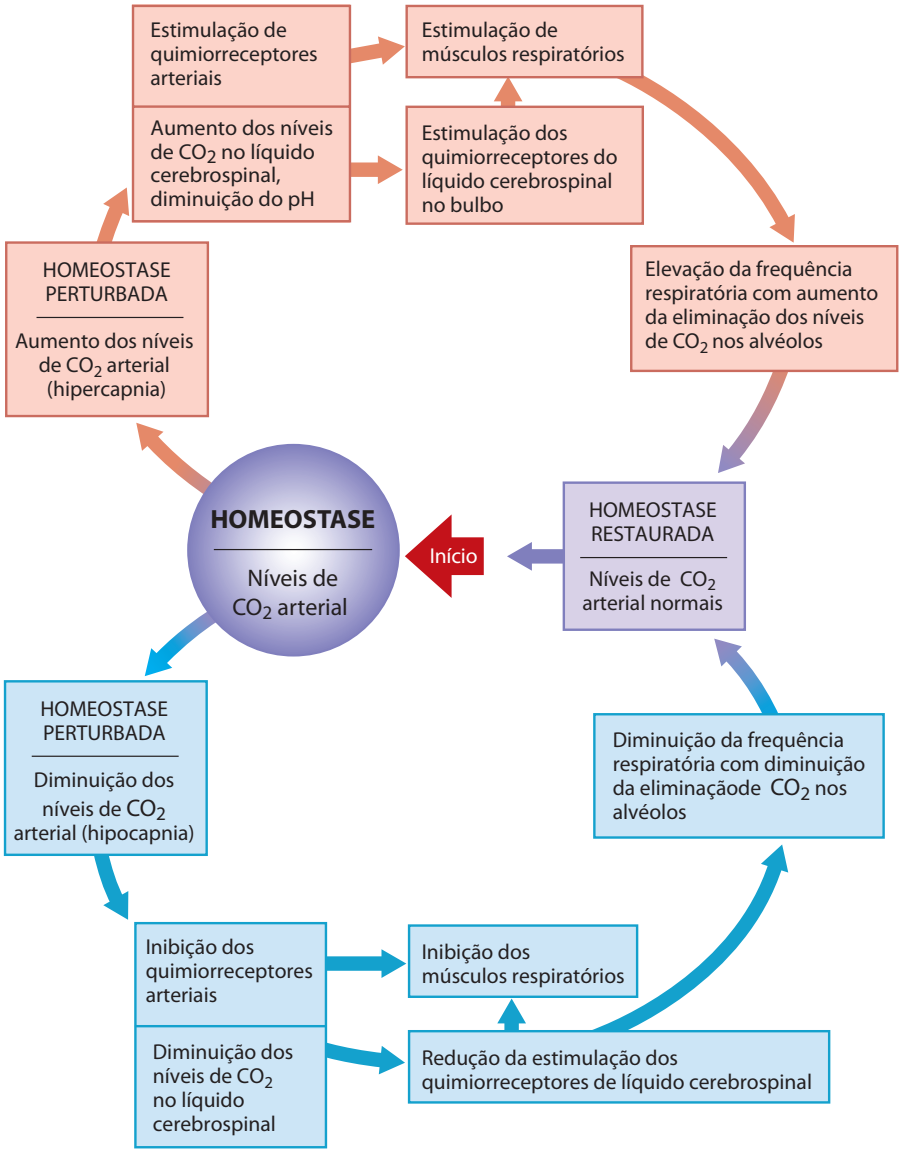
Sob condições normais, os níveis de gás carbônico são os fatores mais importantes a influenciar a atividade respiratória. Aumento de apenas 10% no CO_2 arterial faz com que a frequência respiratória duplique, mesmo que os níveis de oxigênio estejam normais. De modo oposto, mesmo uma queda relativamente grande nas concentrações de oxigênio arterial terá pouco efeito sobre os centros respiratórios.

4 O diagrama ao lado mostra como as mudanças nos níveis de gás carbônico afetam a frequência respiratória.

O nível elevado de CO_2 no sangue arterial constitui uma **hipercapnia**.
A causa mais comum de hipercapnia é uma frequência respiratória anormalmente baixa, que é insuficiente para atender às demandas normais de oxigênio e remoção do gás carbônico. O sinal mais evidente desse desequilíbrio, denominado **hipoventilação**, é o acúmulo de gás carbônico no sangue.



A **hiperventilação**, quando a frequência e a profundidade da respiração excedem as demandas por oxigênio e remoção de gás carbônico, gradualmente causa **hipocapnia**, um nível anormalmente baixo de gás carbônico. Os mergulhadores às vezes hiperventilam para estender seu tempo debaixo d'água, o que funciona porque é o gás carbônico que estimula a atividade respiratória. Se os níveis de gás carbônico caem muito, o mergulhador pode tornar-se inconsciente por falta de oxigênio, sem nem mesmo ter sentido necessidade de respirar. Essa condição perigosa é chamada de **desmaio de superfície**.



Revisão do Módulo 14.7

a. Onde estão localizados os centros que ajustam o ritmo da respiração?

b. Descreva os dois grupos respiratórios encontrados no bulbo.

c. Quais condições são causadas pela hiperventilação e pela hipoventilação?

As doenças respiratórias e o envelhecimento reduzem a função pulmonar; o fumo é um agravante

Doença pulmonar obstrutiva crônica

1 A **doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)** é uma definição genérica para três doenças progressivas das vias respiratórias que restringem o fluxo de ar e a ventilação: asma, bronquite crônica e enfisema.

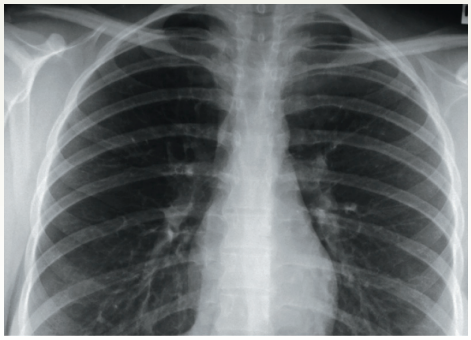
Asma

A **asma** é uma condição caracterizada pelas vias respiratórias extremamente sensíveis à irritação. As vias aéreas respondem, contraindo a musculatura lisa em toda a sua extensão. A mucosa das vias respiratórias edemacia e a produção de muco é acelerada. Essa combinação torna a respiração muito difícil. Os ataques de asma podem ser desencadeados por alergias, toxinas, exercício, tempo frio ou até mesmo estresse.

Bronquite crônica

A **bronquite crônica** é uma inflamação de longa duração e edema do revestimento dos brônquios, acarretando produção excessiva de muco. O sinal característico é tosse frequente, com expectoração abundante. O tabagismo é a principal causa de bronquite crônica. Outros irritantes ambientais, como vapores químicos, também podem causá-la. Ao longo do tempo, o aumento da produção de muco pode obstruir pequenas vias aéreas, aumentando a resistência e reduzindo a eficiência respiratória. Também são comuns infecções bacterianas crônicas, que causam mais danos pulmonares.
Pessoas com bronquite crônica podem ter sintomas de insuficiência cardíaca, incluindo edema generalizado (inchaço). Sua oxigenação do sangue é baixa e sua pele pode ter cor azulada. A combinação de edema generalizado e coloração azulada origina o termo **pletórico cianótico** para indivíduos com essa condição.

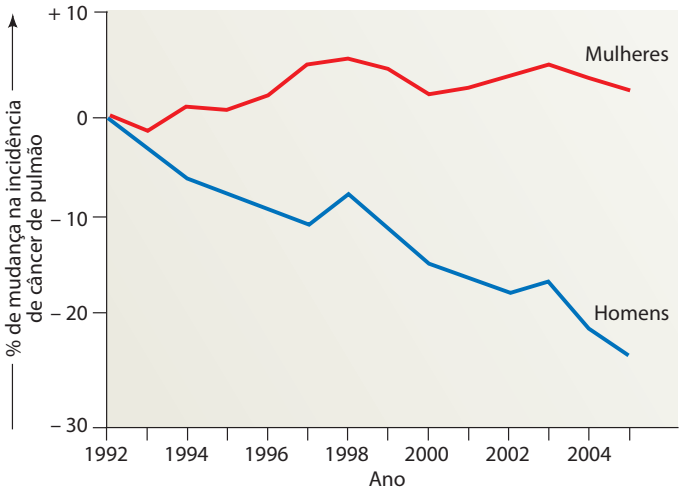
Enfisema



Enfisema é uma doença crônica progressiva caracterizada por falta de ar e incapacidade de tolerar o esforço físico. O problema subjacente é a destruição dos alvéolos e área de superfície inadequada para a troca gasosa. Os alvéolos expandem-se gradualmente e os alvéolos adjacentes fundem-se para formar espaços de ar maiores sustentados por tecido fibroso sem redes de capilares alveolares. Quando os tecidos conjuntivos elásticos são destruídos, a perda de área da superfície respiratória restringe a absorção de oxigênio, o que leva o indivíduo a sofrer de falta de ar.
Os músculos respiratórios passam a trabalhar muito, e essas pessoas tendem a emagrecer, pois elas usam grande quantidade de energia apenas para respirar. Nas radiografias de tórax, como a da direita, os pulmões parecem superexpandidos. Pessoas com enfisema respiram profundamente e são capazes de manter níveis de oxigênio no sangue quase normais, assim sua pele normalmente tem uma cor rosada. A combinação de respiração pesada e coloração rosada origina o termo **soprador rosado** para descrever esses indivíduos.

Câncer de pulmão

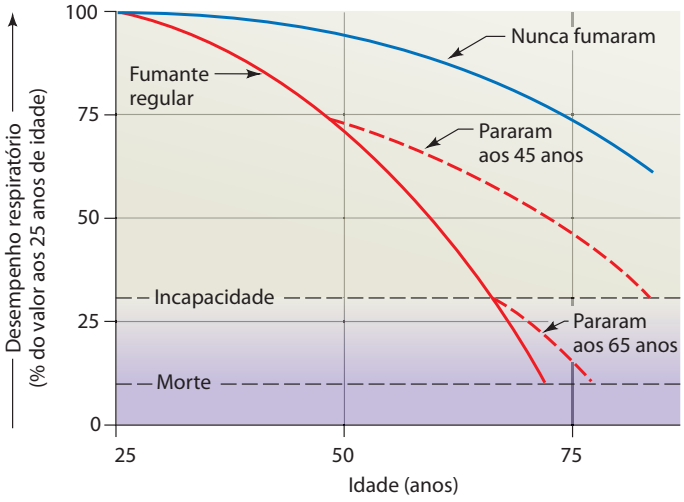
2 Os **cânceres de pulmão** representam 12,6% dos novos casos de câncer em homens e mulheres. Mata mais pessoas a cada ano do que o câncer de cólon, mama e próstata juntos. Mais de 50% dos pacientes com câncer de pulmão morrem dentro de um ano do diagnóstico. Estudos mostram que 85% a 90% de todos os cânceres de pulmão são resultados diretos do fumo. Mesmo o fumo passivo é prejudicial: um não fumante que vive com um fumante tem risco de 20% a 30% maior de desenvolver câncer de pulmão. Antes de 1970, aproximadamente, essa doença afetava principalmente homens de meia-idade, mas em razão do aumento do número de mulheres fumantes, também houve um aumento no número de mulheres que desenvolveram câncer de pulmão. Este gráfico mostra que a incidência de câncer de pulmão entre os homens tem diminuído gradualmente desde 1992. De maneira diversa, não houve redução comparável na incidência de câncer de pulmão entre as mulheres.



Efeitos do envelhecimento

O envelhecimento afeta todos os aspectos da função respiratória. Conforme o tecido elástico se deteriora em todo o corpo, a capacidade vital diminui e torna-se mais difícil transportar o ar para dentro e para fora dos pulmões. Essas limitações respiratórias tornam o exercício extenuante mais difícil.

3 Além das mudanças nos tecidos conjuntivos e esqueléticos associadas à idade, é normal algum grau de enfisema em indivíduos com mais de 50 anos de idade. No entanto, a extensão varia muito, dependendo da exposição à fumaça de cigarro e outros irritantes respiratórios ao longo da vida. Este gráfico compara o desempenho respiratório de indivíduos que nunca fumaram com indivíduos que fumaram durante vários períodos. A mensagem é clara: embora alguma diminuição no desempenho respiratório seja inevitável, você pode prevenir graves problemas respiratórios se parar de fumar ou nunca começar. E nunca é tarde demais para abandonar!



Revisão do Módulo 14.8

a. Descreva a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

b. Liste dois fatores de risco importantes para desenvolver o câncer de pulmão.

c. Nomeie os vários fatores relacionados à idade que afetam o sistema respiratório.

1. Resposta objetiva

Identifique e descreva os diversos volumes e capacidades pulmonares indicados no seguinte gráfico:

a _____

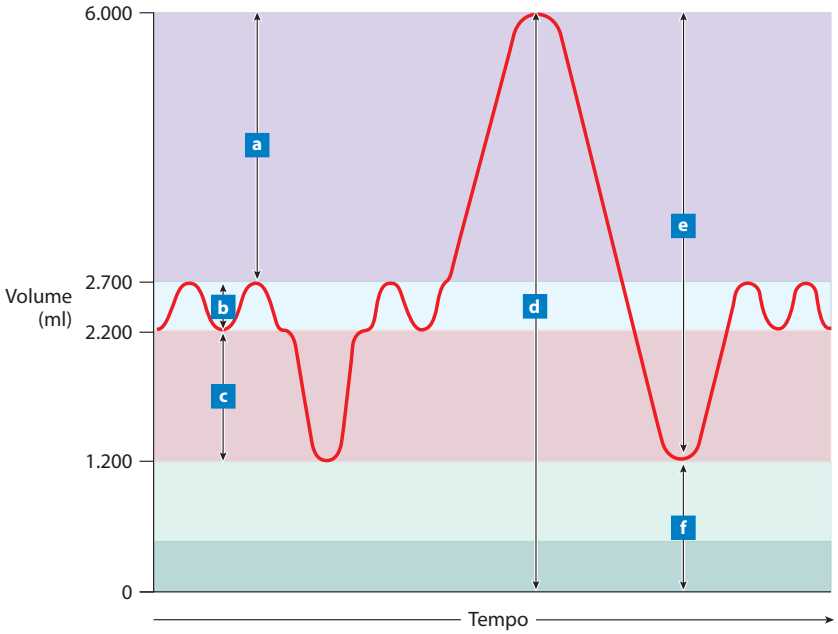
b _____

c _____

d _____

e _____

f _____



2. Atividade de associação

Faça a correspondência de cada um dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

- Espaço morto pulmonar
- Músculos intercostais internos
- Enfisema
- Músculos intercostais externos
- Hemoglobina
- Hipercapnia
- Centros respiratórios na ponte
- Íon bicarbonato
- Anóxia
- Atelectasia
- Ciclo respiratório
- Desvio do cloreto
- Centros dos GRD e GRV
- Hipocapnia

a _____ Troca iônica hemácia-plasma

b _____ Causa de morte tecidual

c _____ Define o ritmo da respiração

d _____ Ação de deprimir as costelas

e _____ Transporta CO_2 no sangue

f _____ Soprador rosado

g _____ Ação de elevar as costelas

h _____ Liga o oxigênio na hemácia

i _____ Resultado da hiperventilação

j _____ Parcela do volume corrente

k _____ Ajusta o ritmo da respiração

l _____ Resultado da hipoventilação

m _____ Colapso pulmonar

n _____ Uma inspiração e expiração

3. Integração de seções

Compare e diferencie respiração pulmonar, ventilação pulmonar e respiração celular. _____

_____

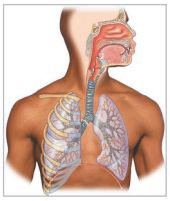
_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

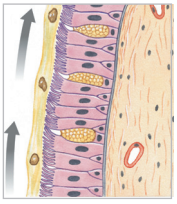
Anatomia funcional do sistema respiratório



- sistema respiratório
- parte superior do sistema respiratório
- parte inferior do sistema respiratório
- vias aéreas
- porção condutora
- bronquíolos terminais
- parte respiratória
- alvéolos
- parte superior do sistema respiratório
- parte inferior do sistema respiratório

14.1

A mucosa respiratória limpa, aquece e umidifica o ar inalado



- mucosa respiratória
- lâmina própria
- fibrose cística (FC)
- faringe
- nasofaringe
- orofaringe
- laringofaringe
- traqueia
- cóanos
- vestíbulo nasal
- narinas
- palato duro
- palato mole
- glote
- laringe

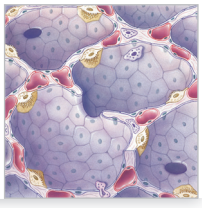
14.2

A traqueia e os brônquios principais transportam o ar para e a partir dos pulmões

- traqueia
- brônquios principais
- cartilagens traqueais
- músculo traqueal
- bronquíolo
- broncodilatação
- broncoconstrição
- asma
- pulmão direito
- fissuras horizontal e oblíqua
- lobos superior, médio e inferior
- hilo
- incisura cardíaca
- pulmão esquerdo
- fissura oblíqua
- lobos superior e inferior
- pleura

14.3

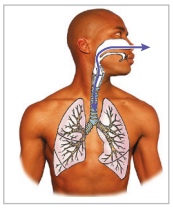
A troca gasosa ocorre nos alvéolos



- alvéolos
- surfactante
- membrana respiratória

SEÇÃO 2

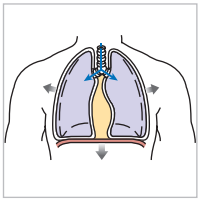
Fisiologia respiratória



- respiração
- respiração pulmonar
- ventilação pulmonar
- ventilação alveolar
- difusão de gás
- respiração celular
- hipóxia
- anóxia

14.4

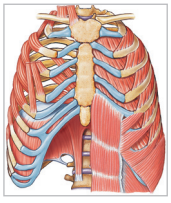
As alterações de pressão dentro das cavidades pleurais direcionam a ventilação pulmonar



- pneumotórax
- atelectasia
- pressão intrapulmonar
- pressão alveolar
- volume corrente (VC)

14.5

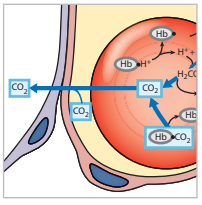
Os músculos respiratórios ajustam o volume corrente para atender às demandas respiratórias



- músculos inspiratórios
- músculos expiratórios
- músculos respiratórios principais
- músculos respiratórios acessórios
  - diafragma
  - músculos intercostais externos
- ciclo respiratório
- volumes
- capacidades
- volume de reserva inspiratório (VRI)
- volume corrente (VC)
- espaço morto pulmonar
- volume de reserva expiratório (VRE)
- capacidade vital
- volume residual
- capacidade pulmonar total

14.6

A difusão de gás depende das concentrações relativas e das solubilidades dos gases



- respiração pulmonar
- membrana respiratória
- respiração celular
- hemoglobina
- ácido carbônico
- desvio do cloreto

• = *Termos em negrito neste módulo.*

14.7

O controle respiratório envolve centros que interagem no tronco encefálico

- ponte
- bulbo
- grupo respiratório dorsal (GRD)
- grupo respiratório ventral (GRV)
- respiração tranquila
- respiração forçada
- hipercapnia
- hipoventilação
- hiperventilação
- hipocapnia
- desmaio de superfície

14.8

As doenças respiratórias e o envelhecimento reduzem a função pulmonar; o fumo é um agravante

- doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)
- asma
- bronquite crônica
- pletórico cianótico
- enfisema
- soprador rosado
- cânceres de pulmão

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Fonoaudiólogo

A PROFISSÃO

O fonoaudiólogo trabalha com a avaliação e o tratamento dos mais diversos distúrbios de linguagem e comunicação relacionados à escrita, letra, fala, audição ou voz, além de problemas na deglutição e na respiração.

Para tanto, esse profissional deve conhecer todos os processos anatômicos e fisiológicos que possibilitam a comunicação humana, a fim de corrigir os eventuais distúrbios.

Há várias especialidades, como a audiologia, que trata distúrbios na audição, a fonoaudiologia educacional, que assessora alunos com dificuldades de aprendizagem, e a especializada na linguagem, que trata distúrbios na fala, como a gagueira.

Em qualquer uma delas, o trabalho é usualmente feito em conjunto com o de outros profissionais, especialmente médicos otorrinolaringologistas e dentistas. Muitas vezes, o paciente é encaminhado por algum deles, e vice-versa.

Saiba mais

Conselho Federal de Fonoaudiologia – www.fonoaudiologia.org.br

Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia – www.sbfa.org.br

Conselho Regional de Fonoaudiologia de São Paulo – www.fonosp.org.br

Essa carreira é ideal para você? Intensidade é o que marca a profissão. Poucos tratamentos são rápidos, já que boa parte das técnicas terapêuticas exige tratamentos repetidos e contínuos para obter sucesso. Mas a gratificação em ver o paciente recuperado vale todo o esforço. Uma vantagem da carreira é a flexibilidade, pois a maioria dos profissionais é autônoma. Se optar por esse modo de trabalho, esteja atento aos parâmetros de pagamento de honorários, divulgados pelas entidades de classe.

Formação As disciplinas da graduação, que dura em média quatro anos, dividem-se em duas frentes principais: as ligadas à saúde, como Anatomia, Fisiologia e Neurologia, e as específicas da carreira, como Audiologia, Patologias da Fala e Audição e Motricidade. As disciplinas da área da saúde são fundamentais para introduzir e uniformizar o vocabulário técnico utilizado. Anatomia e Fisiologia formam a base das outras disciplinas do curso, como Patologia, e são ferramentas úteis para o trabalho futuro, que sempre dependerá de conhecimentos multidisciplinares. Desde o início do curso, essas disciplinas são dadas em paralelo com aquelas relacionadas às ciências humanas, as quais incluem Linguística, Pedagogia, Libras, Psicologia e Metodologia de Pesquisa, entre outras. A maioria dos cursos também oferece ao menos uma disciplina da área de exatas: a Acústica.

Durante a graduação, é preciso fazer um estágio, às vezes oferecido pela própria universidade. Várias delas contam com clínicas-modelo, nas quais o estudante atende pacientes, supervisionado pelos professores.

Remuneração média O valor do piso salarial varia entre os estados, sendo negociado pelos sindicatos regionais. No Rio de Janeiro, o valor vigente em 2013 era de R$ 1.630,00. Para trabalhar, é obrigatório ter registro no Conselho Regional de Fonoaudiologia do seu estado.

Perspectivas profissionais A Fonoaudiologia ainda é uma carreira relativamente pouco procurada no Brasil. Para atestar isso, basta ver o número de candidatos inscritos no vestibular de 2014 da Universidade de São Paulo, o mais concorrido do país: apenas 590, contra 22.400 que tentaram Medicina – número um pouco maior que a metade dos fonoaudiólogos atuantes no Brasil, que somam cerca de 35 mil. Por causa disso, o país tem grande demanda por profissionais.

Além de trabalhar de forma autônoma, em seu próprio consultório, os fonoaudiólogos têm diversas opções. Em hospitais e centros de reabilitação, podem atender pacientes com distúrbios de nascença, como a paralisia cerebral, ou ainda os que se recuperam de acidentes. Já o audiologista pode, por exemplo, ministrar programas de redução de ruídos em fábricas.

Na área educacional, o profissional pode auxiliar estudantes com problemas de linguagem e cognição, como a troca de letras na fala e na escrita, a dislexia ou o déficit de atenção. Esse trabalho é feito em conjunto com o dos educadores, às vezes dentro da própria escola.

Profissionais que dependem da própria voz para exercer suas atividades, como cantores, atores e repórteres de rádio e televisão, sempre estão cercados de fonoaudiólogos, que os ajudam a manter a qualidade e a saúde da voz. Por isso, gravadoras de música, emissoras de rádio e TV ou mesmo cursos de formação nessas áreas podem contratá-los. Qualquer profissional que precise da voz para trabalhar é beneficiado pela fonoterapia. Centrais de telemarketing, por exemplo, usualmente têm profissionais que ministram treinamentos vocais a seus funcionários.

Fontes consultadas

Academia Brasileira de Audiologia. Site: <www.audiologiabrasil.org.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

A USP e as profissões. Disponível em: <www.prceu.usp.br/programas/uspprofi/pc_uspprofi.php>. Acesso em: 23 jan. 2014.

Guia de profissões: fonoaudiologia. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br/vestibular/interna/0,,OI3612367-EI11803,00-Fonoaudiologia.html>. Acesso em: 23 jan. 2014.

Guia do estudante. São Paulo, Abril, 2013.

Matriz curricular do curso de Fonoaudiologia da PUC-Campinas. Disponível em: <www.puc-campinas.edu.br/graduacao/cursos/fonoaudiologia/matriz-curricular/>. Acesso em: 23 jan. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

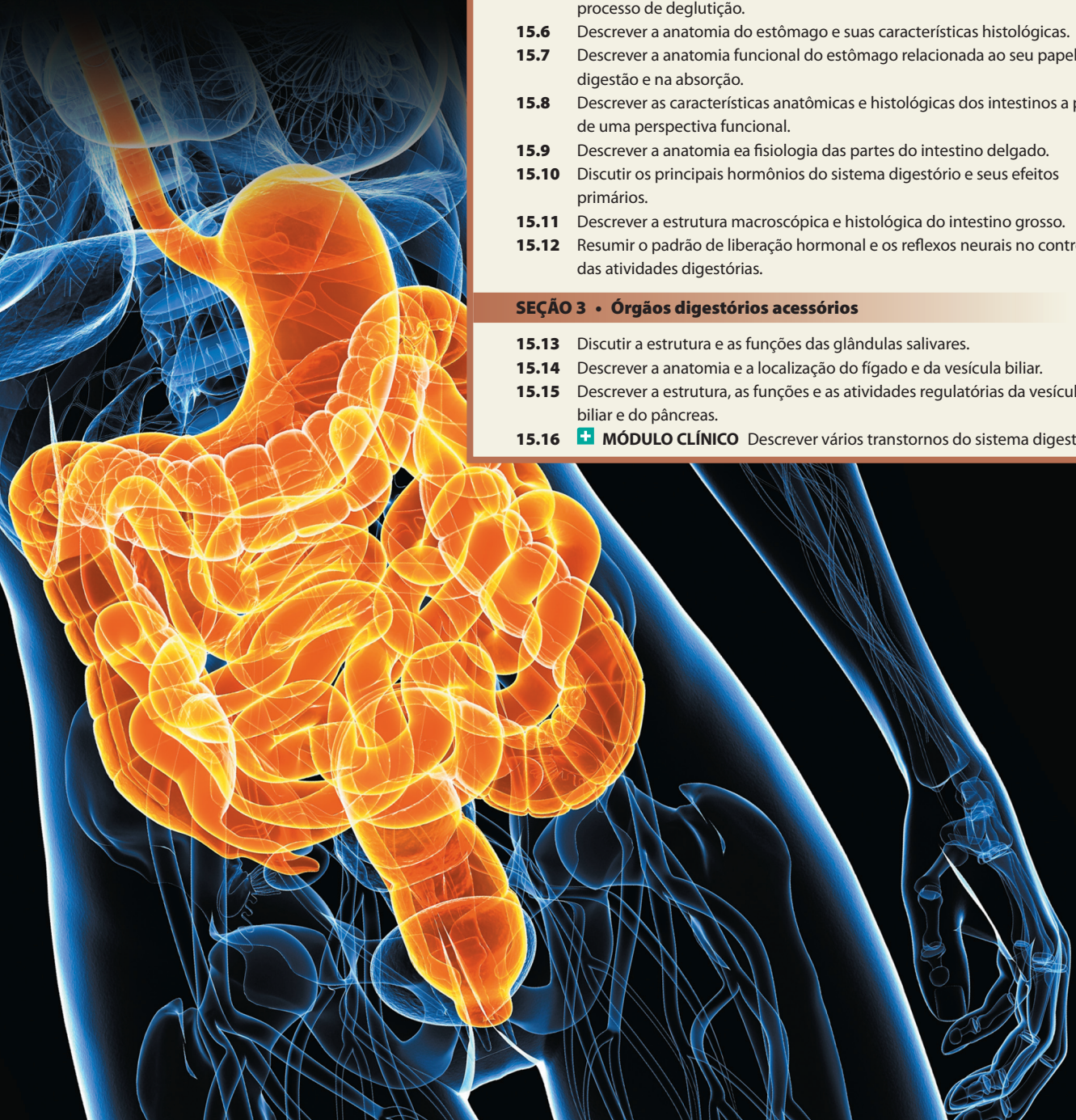
Capítulo 14 – Questões de revisão

1. Você passa uma noite de inverno na casa de um amigo. A casa do seu amigo é bastante antiga e o aquecedor não tem umidificador. Quando você acorda pela manhã, está com uma forte congestão nasal, e acredita que está prestes a ficar resfriado. Depois de tomar uma ducha com bastante vapor e beber um pouco de suco no café da manhã, a congestão nasal desaparece. Explique.
2. João quebra uma costela que perfura a cavidade torácica do seu lado esquerdo. Quais estruturas foram potencialmente danificadas, e o que você acredita que irá acontecer com o pulmão?
3. No enfisema, os alvéolos são substituídos por grandes espaços de ar e tecido conjuntivo fibroso. Como essas mudanças afetam os pulmões?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

15

Sistema digestório



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Organização geral do sistema digestório

15.1 Descrever a histologia funcional do sistema digestório.

15.2 Descrever as características estruturais e funcionais do tecido muscular liso e explicar os processos por meio dos quais os alimentos se movem pelo sistema digestório.

SEÇÃO 2 • Sistema digestório

15.3 Descrever a anatomia da cavidade oral e discutir as funções das principais estruturas e regiões dessa cavidade.

15.4 Descrever a estrutura de um dente típico, identificar a localização dos vários dentes e distinguir entre dentição primária e dentição secundária.

15.5 Descrever a anatomia e as funções da faringe e do esôfago e explicar o processo de deglutição.

15.6 Descrever a anatomia do estômago e suas características histológicas.

15.7 Descrever a anatomia funcional do estômago relacionada ao seu papel na digestão e na absorção.

15.8 Descrever as características anatômicas e histológicas dos intestinos a partir de uma perspectiva funcional.

15.9 Descrever a anatomia ea fisiologia das partes do intestino delgado.

15.10 Discutir os principais hormônios do sistema digestório e seus efeitos primários.

15.11 Descrever a estrutura macroscópica e histológica do intestino grosso.

15.12 Resumir o padrão de liberação hormonal e os reflexos neurais no controle das atividades digestórias.

SEÇÃO 3 • Órgãos digestórios acessórios

15.13 Discutir a estrutura e as funções das glândulas salivares.

15.14 Descrever a anatomia e a localização do fígado e da vesícula biliar.

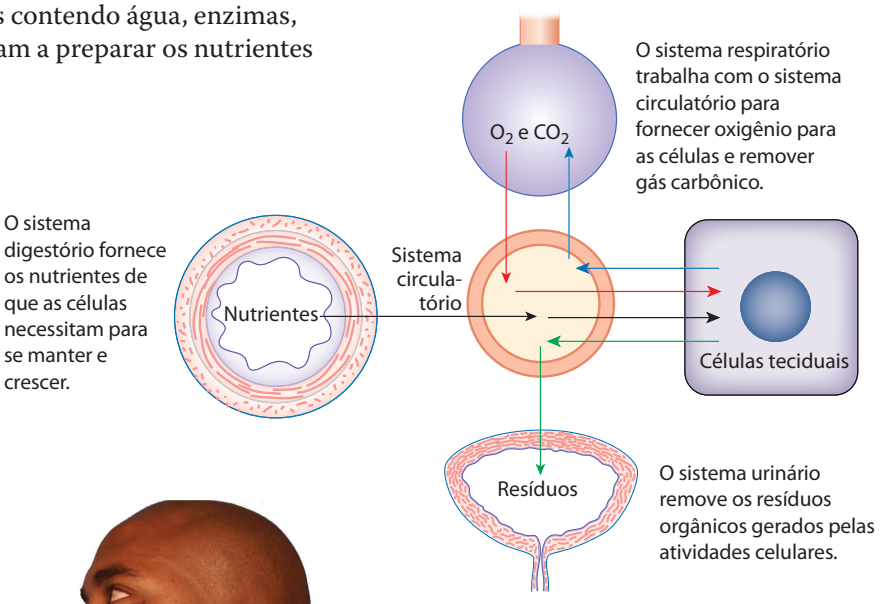
15.15 Descrever a estrutura, as funções e as atividades regulatórias da vesícula biliar e do pâncreas.

15.16 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever vários transtornos do sistema digestório.

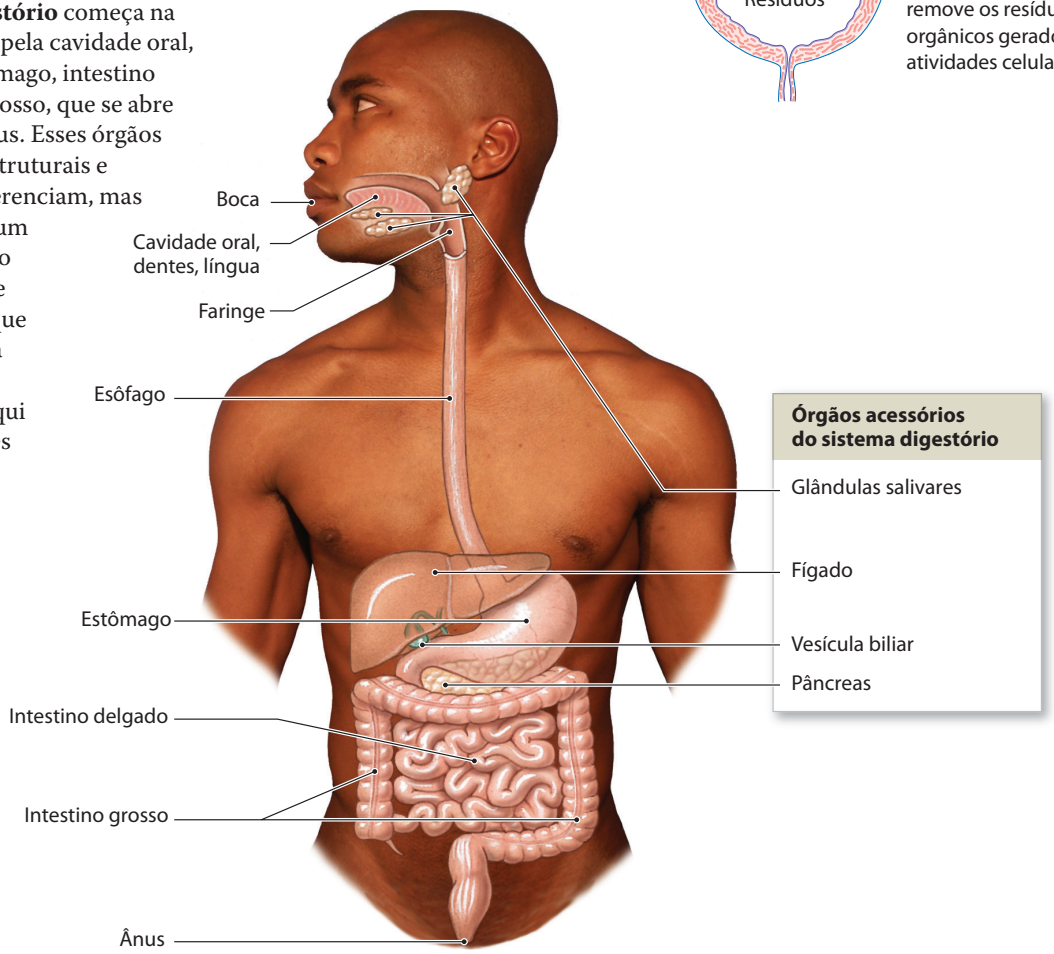
Organização geral do sistema digestório

O **sistema digestório** consiste em vários órgãos de estrutura tubular e parede muscular – além de vários órgãos acessórios. O alimento entra na boca e segue pelo sistema digestório. Ao longo do caminho, os órgãos acessórios produzem secreções contendo água, enzimas, tampões e outros componentes que ajudam a preparar os nutrientes orgânicos e inorgânicos para a absorção.

1 O sistema digestório trabalha com outros sistemas para sustentar os tecidos que não têm contato direto com o ambiente externo e nenhum outro meio de obter nutrientes.



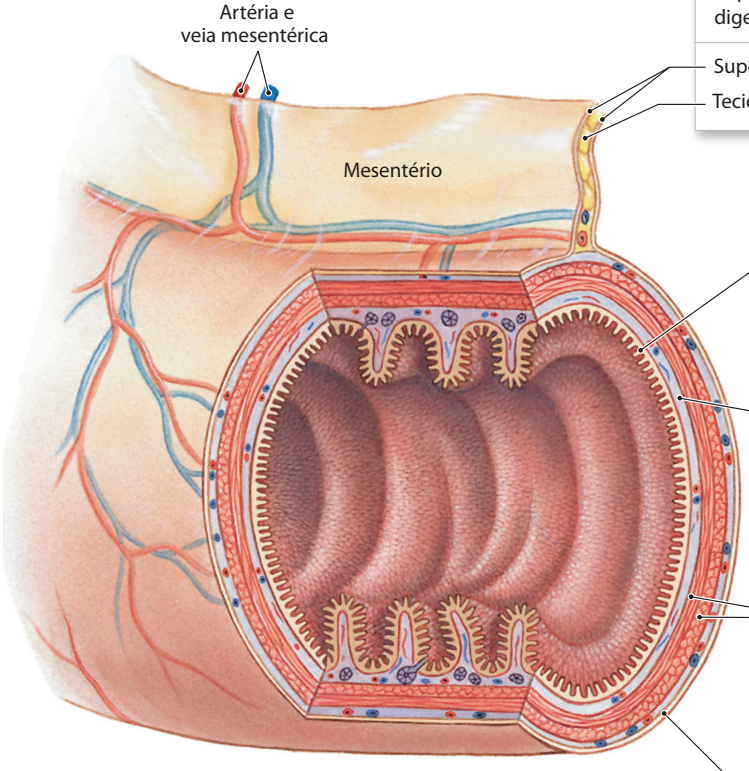
2 O **sistema digestório** começa na boca e continua pela cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso, que se abre para o exterior, no ânus. Esses órgãos têm características estruturais e funcionais que os diferenciam, mas todos compartilham um padrão de organização histológica subjacente (estrutura tecidual), que consideraremos nesta seção. Os órgãos acessórios exibidos aqui são órgãos glandulares que secretam seus produtos no sistema digestório.



O sistema digestório é um tubo muscular revestido por uma membrana mucosa

A estrutura do sistema digestório varia de uma região para outra. A figura esquemática composta exibida neste módulo se parece bastante com o intestino delgado, o segmento mais longo do sistema digestório.

1 O sistema digestório é basicamente um longo tubo muscular revestido por uma membrana mucosa. O revestimento costuma conter cristas permanentes e também pregas temporárias que desaparecem à medida que a víscera é ocupada pelo bolo alimentar. Juntas, as cristas e as pregas aumentam radicalmente a área de superfície disponível para absorver nutrientes.



Mesentério

Mesentério é uma camada dupla de membrana peritoneal. O tecido conectivo areolar, entre as superfícies epiteliais, fornece uma rota de acesso para vasos sanguíneos, nervos e vasos linfáticos de/para o sistema digestório. Os mesentérios também estabilizam os órgãos anexos e impedem que os intestinos se embaralhem durante os movimentos digestórios ou as mudanças súbitas na posição do corpo.

Superfície epitelial

Tecido conectivo areolar

Principais camadas histológicas da parede do sistema digestório

Mucosa

O revestimento interno, ou a **mucosa**, do sistema digestório é uma membrana mucosa que consiste em um epitélio, que é umedecido pelas secreções glandulares, e uma lâmina própria de tecido conectivo areolar.

Submucosa

A **submucosa** é uma camada de tecido conectivo frouxo irregular que circunda a mucosa. A submucosa possui grandes vasos sanguíneos e vasos linfáticos e, em algumas regiões, ela também contém glândulas exócrinas que secretam tampões e enzimas no lúmen do sistema digestório.

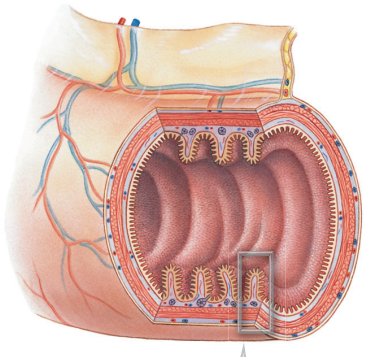
Muscular

A **muscular** é dominada por células musculares lisas em duas camadas: uma camada circular interna e uma camada longitudinal externa. Essas camadas desempenham papel essencial no processamento mecânico e na movimentação do bolo alimentar e resíduos ao longo do sistema digestório.

Serosa

Ao longo da maioria das partes do sistema digestório dentro da cavidade peritoneal, a muscular é coberta por uma camada de peritônio visceral conhecida como **serosa**. Não há serosa cobrindo a muscular de cavidade oral, faringe, esôfago e reto. Em vez disso, uma densa rede de fibras de colágeno forma uma bainha que prende firmemente o sistema digestório às estruturas adjacentes.

2 Cada camada na parede do sistema digestório possui um conjunto diferente de funções. A mucosa possui várias características estruturais que aumentam sua capacidade para absorver nutrientes do lúmen dos órgãos. Esse diagrama resume essas características.



Glândulas secretoras

Os ductos transportam as secreções das células glandulares situadas na mucosa e na submucosa – ou nos órgãos glandulares acessórios – para as superfícies epiteliais.

As **pregas circulares** são pregas transversais permanentes no revestimento intestinal.

Componentes da mucosa

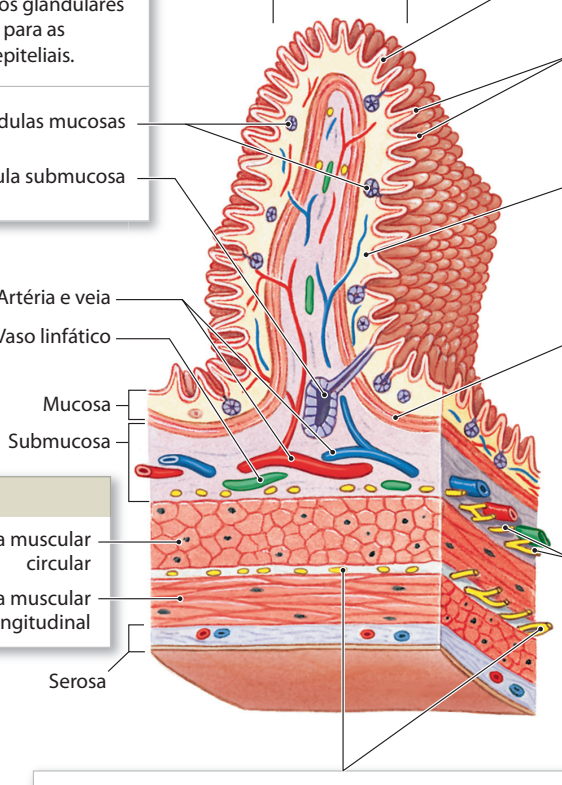
Os epitélios mucosos de cavidade oral, faringe e esôfago são revestidos por epitélio escamoso estratificado. O estômago, o intestino delgado e quase toda a extensão do intestino grosso são revestidos por epitélio colunar simples que contém células produtoras de muco.

As **vilosidades** são pequenas projeções mucosas, como dedos minúsculos, que ficam no lúmen do intestino delgado. As vilosidades são características permanentes que aumentam a área da superfície disponível para absorção.

A lâmina própria consiste em uma camada de tecido conectivo areolar que também contém vasos sanguíneos, terminações nervosas sensitivas, vasos linfáticos, células musculares lisas, áreas dispersas de tecido linfoide e, em algumas regiões, glândulas mucosas.

A **muscular** da **mucosa** consiste em duas camadas concêntricas de músculo liso. A camada interna circunda o lúmen (a camada muscular circular) e a camada externa contém células musculares orientadas em paralelo com o eixo longitudinal do trato (a camada muscular longitudinal). As contrações nessas camadas mudam a forma do lúmen e movem as pregas circulares e vilosidades.

Superficial à muscular, a submucosa contém o **plexo submucoso**, uma rede nervosa que contém neurônios sensitivos, neurônios ganglionares parassimpáticos e fibras pós-ganglionares simpáticas que inervam a mucosa e a submucosa.



Muscular

A muscular contém o **plexo mioentérico**. Essa rede consiste em gânglios parassimpáticos, neurônios sensitivos, interneurônios e fibras pós-ganglionares simpáticas, e se situa entre as camadas musculares circular e longitudinal. O plexo mioentérico e o plexo submucoso contêm os neurônios envolvidos com o controle local das atividades digestórias. Em geral, a estimulação parassimpática aumenta o tônus muscular e a atividade digestória; a estimulação simpática relaxa os músculos e inibe a atividade muscular.

Revisão do Módulo 15.1

a. Cite os nomes das quatro camadas do sistema digestório, da superficial para a profunda.

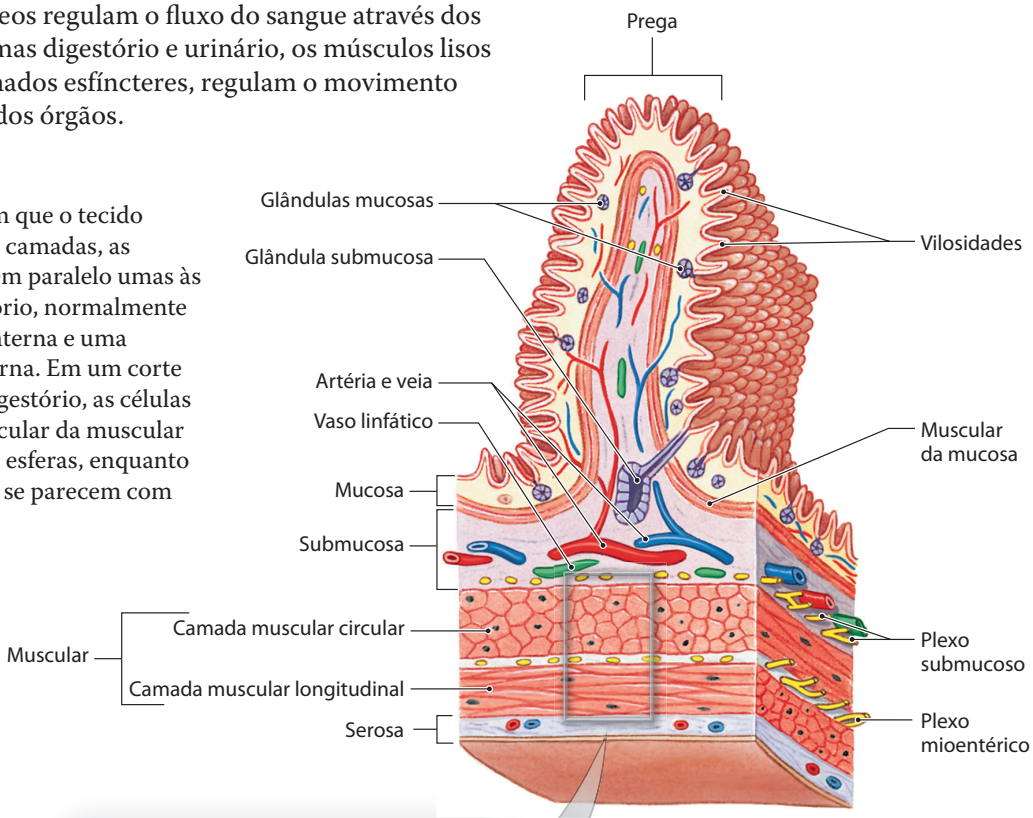
b. Qual é a importância dos mesentérios?

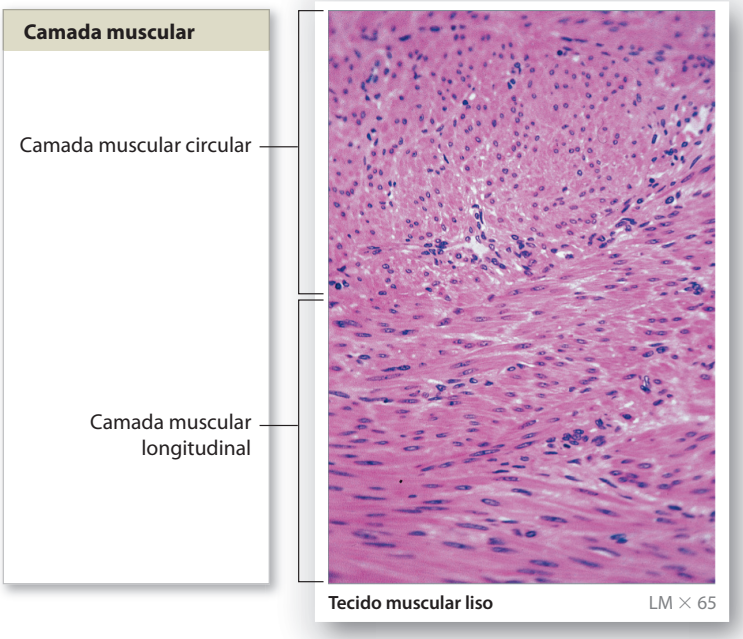
c. Compare o plexo submucoso com o plexo mioentérico.

As contrações musculares lisas misturam e propulsionam os materiais através do sistema digestório

O tecido muscular liso forma lâminas, feixes ou bainhas em volta de outros tecidos em quase todos os órgãos. Os músculos lisos em volta dos vasos sanguíneos regulam o fluxo do sangue através dos órgãos vitais. Nos sistemas digestório e urinário, os músculos lisos em forma de anel, chamados esfíncteres, regulam o movimento dos materiais ao longo dos órgãos.

1 Em qualquer local em que o tecido muscular liso formar camadas, as células estarão alinhadas em paralelo umas às outras. No sistema digestório, normalmente há uma camada circular interna e uma camada longi-tudinal externa. Em um corte longitudinal do sistema digestório, as células musculares na camada circular da muscular se parecem com pequenas esferas, enquanto as da camada longitudinal se parecem com fusos compridos.





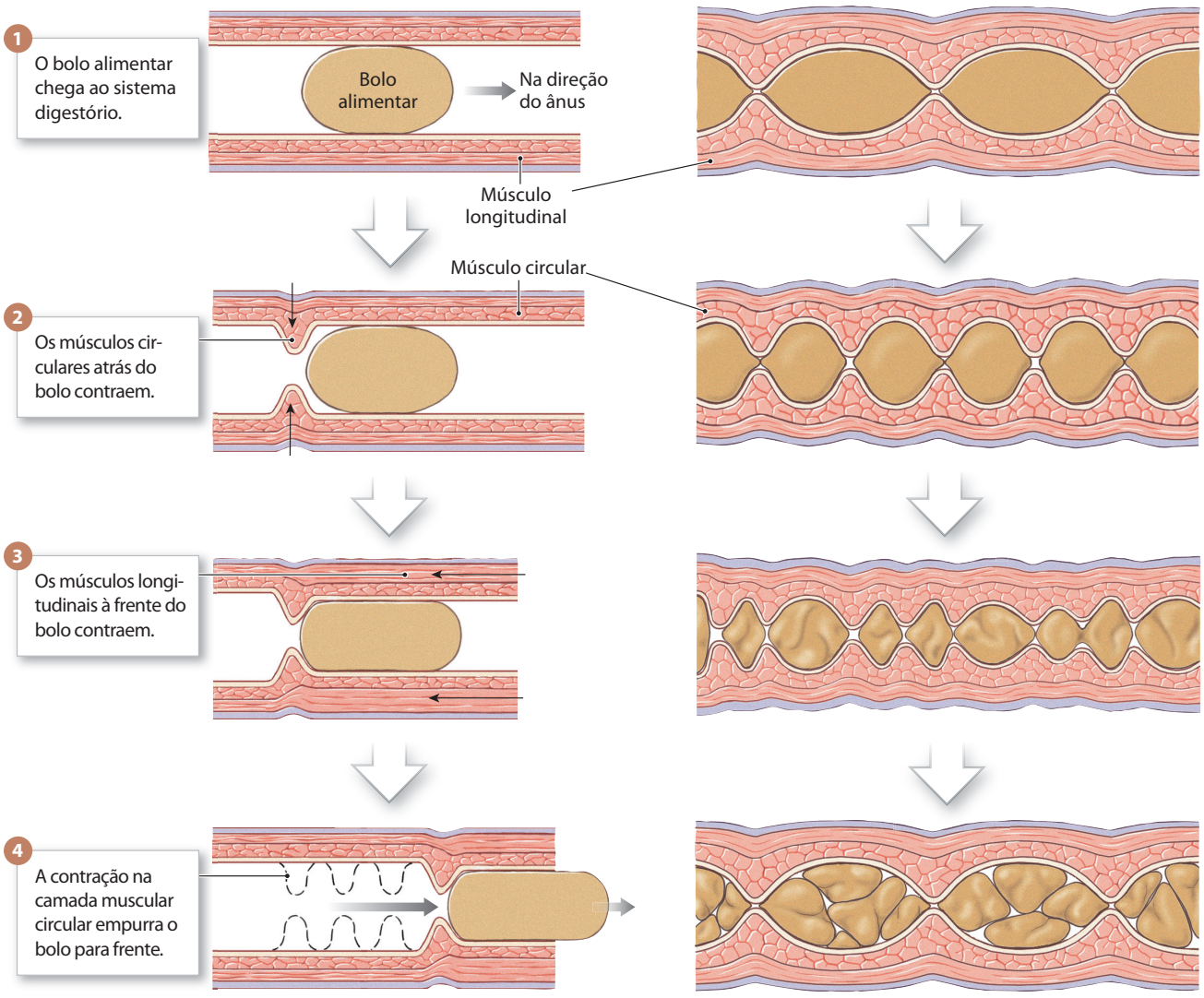
Tecido muscular liso LM × 65

Peristalse

2 O alimento entra no sistema digestório como uma massa úmida e compacta conhecida como **bolo alimentar**. A muscular impele os materiais de uma parte do sistema digestório para outra por meio de contrações conhecidas como **peristalse**. Durante um movimento peristáltico, uma onda de contração nos músculos circulares empurra o bolo para frente.

Segmentação

3 A maioria das áreas do intestino delgado e algumas partes do intestino grosso passam por ciclos de contração que agitam e fragmentam o bolo, misturando seu conteúdo com as secreções intestinais. Essa atividade se chama **segmentação**. Esses ciclos rítmicos de contração não seguem um padrão definido e, portanto, não empurram os materiais em qualquer direção.



Revisão do Módulo 15.2

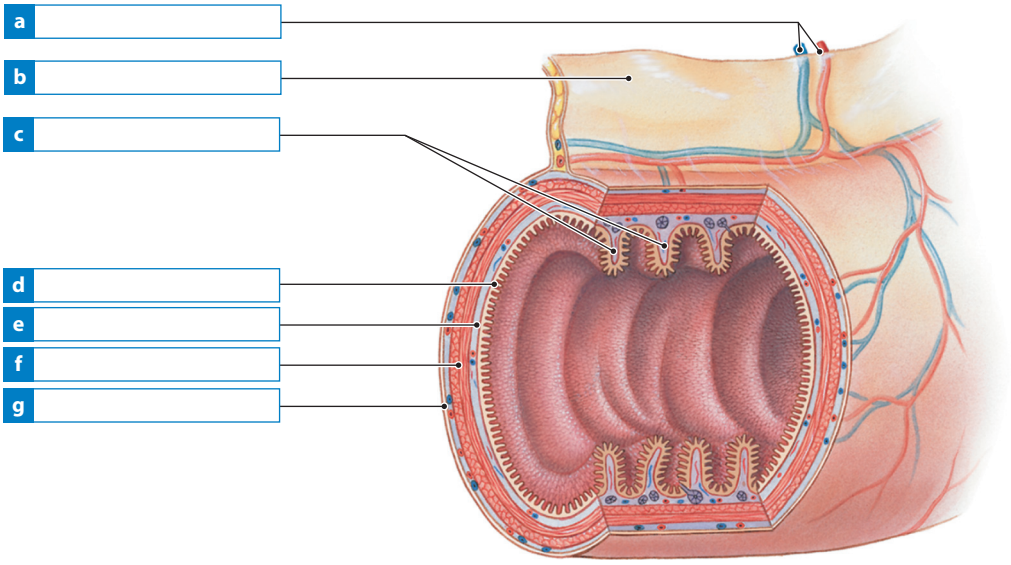
a. Descreva a orientação das fibras musculares lisas na camada muscular do sistema digestório.

b. Defina bolo alimentar.

c. Compare a peristalse com a segmentação. Qual delas é mais eficiente para impelir o conteúdo intestinal ao longo do sistema digestório?

1. Criando legendas

Crie legendas para cada uma das estruturas do sistema digestório na figura a seguir.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência entre cada um dos seguintes termos e a descrição mais adequada.

- Lâmina própria
- Peristalse
- Plexo submucoso
- Esôfago
- Muscular da mucosa
- Segmentação
- Pregas circulares
- Esfíncter
- Plexo mioentérico
- Liso
- Submucosa
- Fígado
- Muscular
- Bolo alimentar

a	_____	Tubo do sistema digestório entre a faringe e o estômago
b	_____	Move as pregas circulares e vilosidades
c	_____	Camada de tecido conectivo areolar contendo vasos sanguíneos, terminações nervosas e vasos linfáticos
d	_____	Pregas transversais permanentes no revestimento do sistema digestório
e	_____	Ondas de contrações musculares que impelem os materiais ao longo do sistema digestório
f	_____	Camada do sistema digestório contendo grandes vasos sanguíneos e linfáticos
g	_____	Rede nervosa dentro da camada muscular
h	_____	Camada muscular do sistema digestório
i	_____	Órgão acessório do sistema digestório
j	_____	Contrações musculares rítmicas que misturam os materiais no sistema digestório
k	_____	Massa de alimento que entra no sistema digestório
l	_____	Tipo de tecido muscular na parede do sistema digestório
m	_____	Rede nervosa superficial à muscular
n	_____	Anel de tecido muscular

3. Integração de seções

De que maneira a diminuição no tônus muscular liso afetaria os processos digestórios e possivelmente promoveria obstipação (movimentos intestinais infrequentes)?

_____

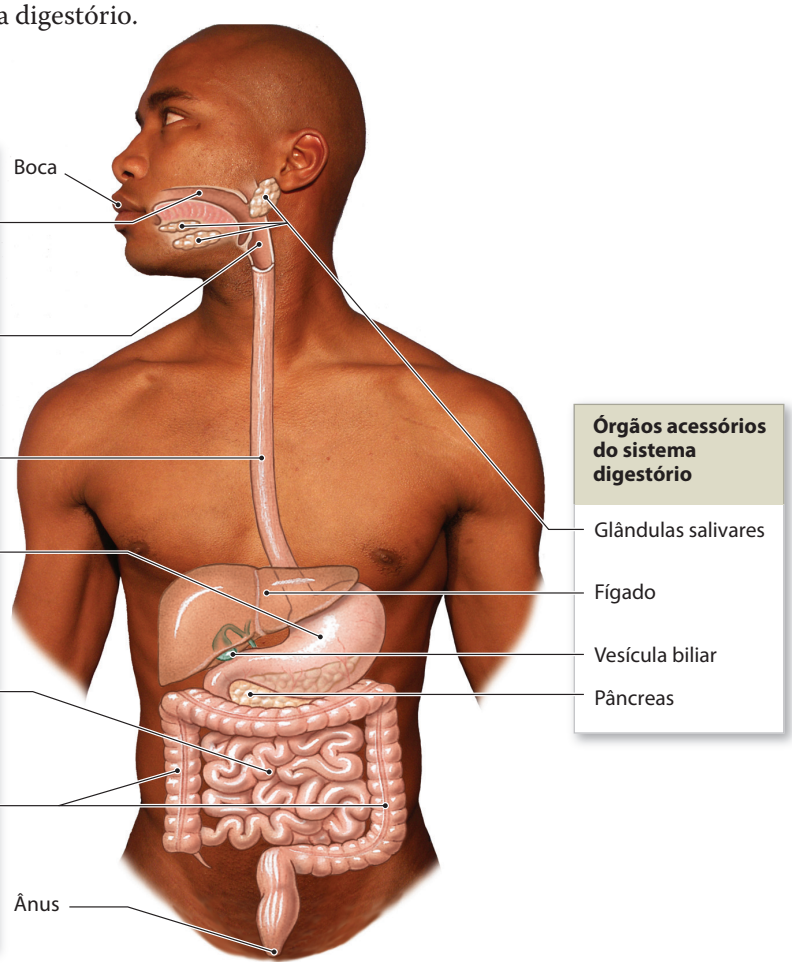
_____

_____

Sistema digestório

O sistema digestório é um tubo muscular com aproximadamente 10 m de comprimento. Pode ser dividido em regiões que diferem quanto à estrutura e à função histológica. Nesta seção, vamos considerar cada uma das principais subdivisões do sistema digestório, que estão resumidas a seguir. Na Seção 3, discutiremos os órgãos acessórios do sistema digestório.

Principais subdivisões do sistema digestório
Cavidade oral, dentes, língua
Processamento mecânico (esmagamento e trituração do alimento), umidificação, mistura do alimento com saliva
Faringe
Propulsão muscular do alimento para o esôfago
Esôfago
Transporte do alimento deglutido para o estômago
Estômago
Decomposição química do alimento por ácidos e enzimas; processamento mecânico (mistura e agitação) poor meio das contrações musculares
Intestino delgado
Digestão enzimática e absorção da água, substratos orgânicos, vitaminas e íons
Intestino grosso
Desidratação e compactação dos materiais não digeríveis na preparação para a eliminação



1 Esta tabela resume as funções gerais do sistema digestório. O revestimento do sistema digestório também protege os tecidos circundantes contra ácidos e enzimas digestórias, abrasão e patógenos presentes no interior desse sistema.

Funções gerais do sistema digestório

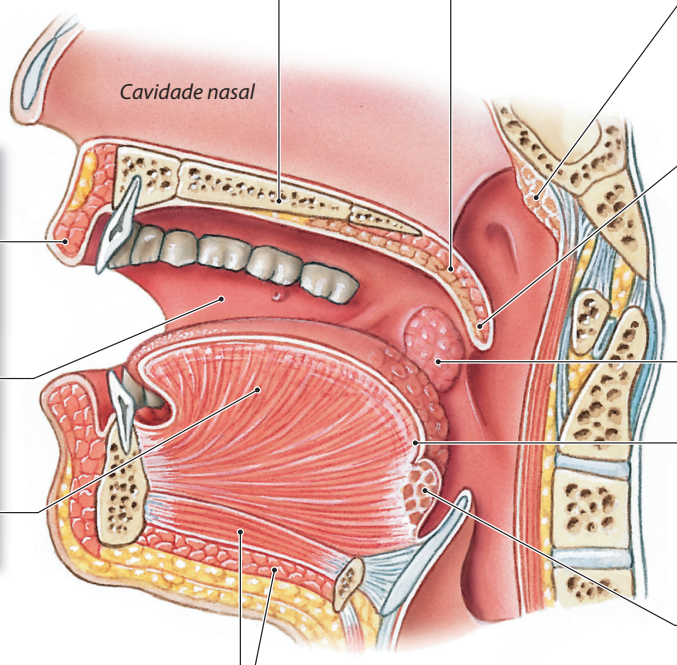
- **Ingestão:** alimento e líquidos entram no sistema digestório pela boca.
- **Processamento mecânico:** ocorre com a maioria dos sólidos ingeridos antes de serem deglutidos ou nas porções proximais do sistema digestório. Inclui o esmagamento e a trituração do alimento na cavidade oral e a mistura e agitação do alimento deglutido no estômago.
- **Digestão:** decomposição química e enzimática do alimento em pequenas moléculas orgânicas que possam ser absorvidas pelo epitélio digestório.
- **Secreção:** realizada ao longo da maior parte do sistema digestório. (No entanto, os órgãos digestórios acessórios fornecem a maioria dos ácidos, enzimas e tampões necessários para a digestão.)
- **Absorção:** movimento das moléculas orgânicas, eletrólitos, vitaminas e água através do epitélio digestório e para dentro do fluido intersticial do sistema digestório.
- **Compactação:** desidratação progressiva dos alimentos não digeríveis e resíduos orgânicos antes da eliminação do corpo. O material compactado se chama **fezes**. A eliminação das fezes do corpo se chama **defecação**.

15.3

A cavidade oral contém a língua, as glândulas salivares menores e os dentes, recebendo saliva das glândulas salivares

A **cavidade oral** é revestida pela **mucosa oral**, que tem um epitélio escamoso estratificado. Uma camada de células queratinizadas cobre as regiões expostas à abrasão grave, como a superfície superior da língua e a superfície a ela oponente, do palato duro. O revestimento epitelial de bochechas, lábios e superfície inferior da língua é relativamente fino, não queratinizado e delicado. Embora os nutrientes não sejam absorvidos na cavidade oral, a digestão de carboidratos e lipídios começa ali.

1 Este corte sagital apresenta os principais componentes que formam os limites da cavidade oral.



Limite superior da cavidade oral

O **palato duro** é formado pelos processos palatinos dos ossos maxilares e pelas lâminas horizontais dos ossos palatinos.

O **palato mole** muscular situa-se posteriormente ao palato duro.

Limite anterior e lateral da cavidade oral

Anteriormente, a mucosa de cada bochecha é contínua com os **lábios**.

As mucosas das **bochechas**, ou paredes laterais da cavidade oral, são sustentadas por coxins gordurosos e pelos músculos bucinadores.

O **corpo** da língua é a parte móvel anterior.

Limite posterior da cavidade oral

A margem posterior do palato mole sustenta a **úvula**, um processo pendente que ajuda a evitar que o alimento entre prematuramente na faringe.

Uma tonsila palatina situa-se em ambos os lados da entrada para a faringe.

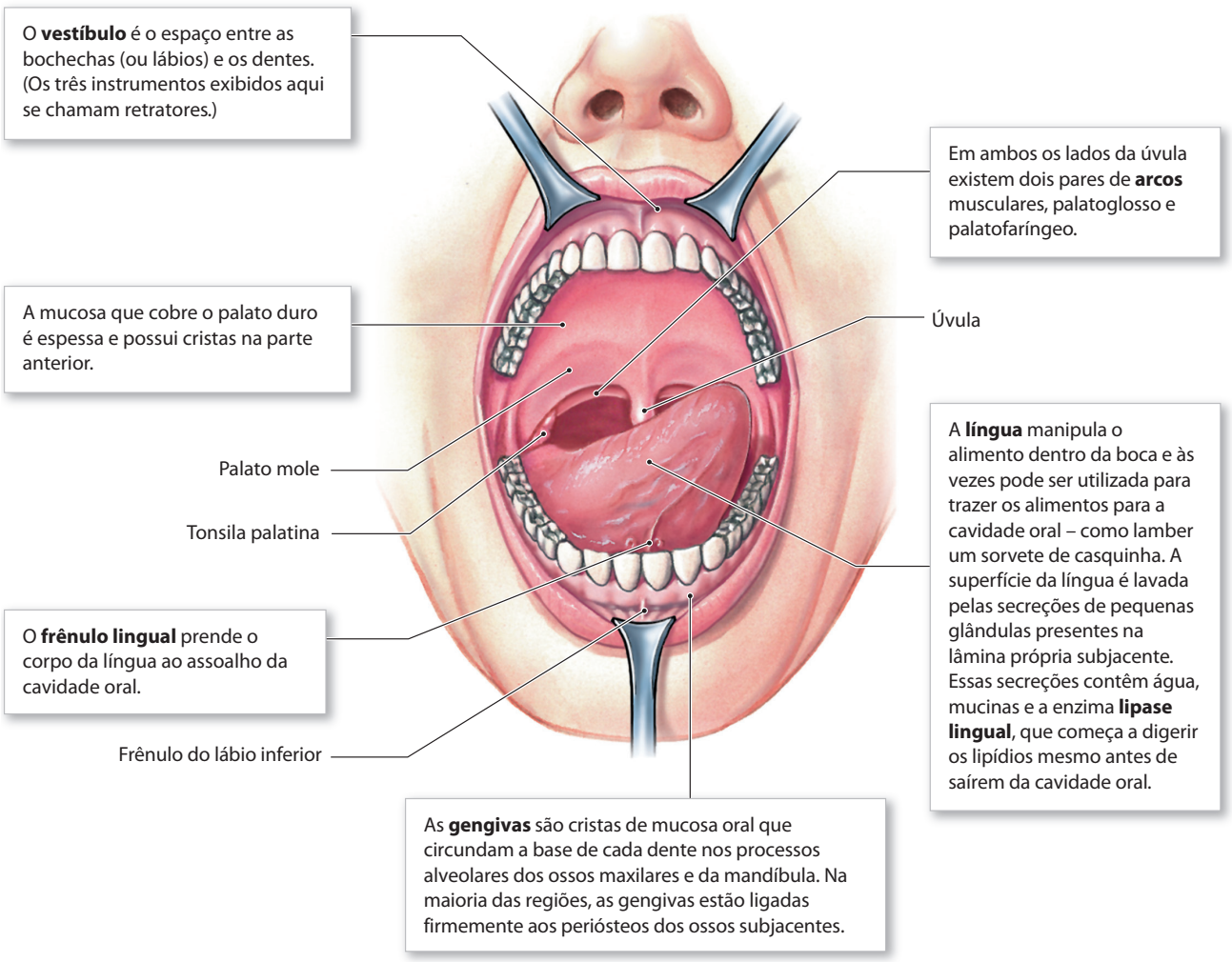
A **raiz** da língua é a parte fixa que se projeta para dentro da faringe. Uma linha em forma de V, consistindo em papilas circunvaladas, delimita a fronteira entre a raiz e o corpo da língua.

Uma tonsila lingual está inserida na raiz da língua.

Limite inferior da cavidade oral

O assoalho da cavidade oral inferior à língua recebe suporte adicional dos músculos subjacentes.

2 A visualização anterior da cavidade oral mostra outros detalhes que não são visíveis no corte sagital à esquerda.



Na cavidade oral, os dentes esmagam e trituram o alimento. Esse processo, chamado **mastigação**, aumenta a área de superfície do alimento exposta às secreções das glândulas salivares. Existem três pares de glândulas salivares maiores, glândulas acessórias que começam o processo de digestão dos carboidratos. Consideraremos as glândulas salivares em uma seção posterior.

Revisão do Módulo 15.3

a. Cite o nome da estrutura que forma o teto da cavidade oral.

b. Que tipo de epitélio reveste a cavidade oral e por quê?

c. Cite o nome da enzima que começa a digerir os lipídios na cavidade oral.

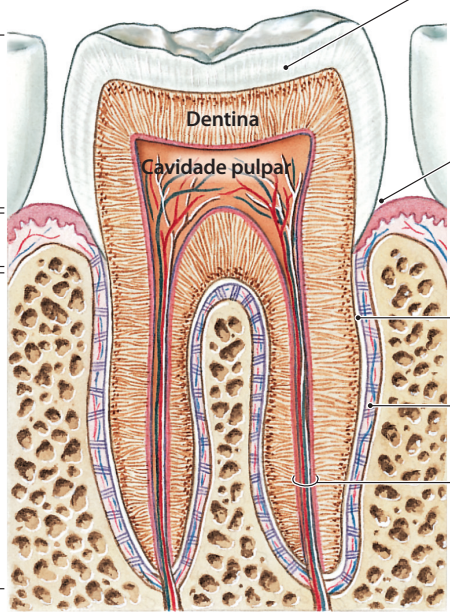
Os dentes nas diferentes regiões da mandíbula variam quanto ao tamanho, à forma e à função

1 Esta vista seccional mostra um dente adulto representativo. A parte principal de cada dente consiste em **dentina**, uma matriz mineralizada similar à do osso. No entanto, diferentemente do osso, a dentina não contém células. Em vez disso, processos citoplasmáticos se estendem para dentro da dentina a partir das células na **cavidade pulpar** central, uma câmara interna.

1 A **coroa** do dente se projeta para dentro da cavidade oral a partir da superfície das gengivas.

2 O **colo** do dente marca o limite entre a coroa e a raiz.

3 A **raiz** de cada dente situa-se em um cavidade óssea chamada **alvéolo**.



Componentes do dente

Uma camada de **esmalte** cobre a dentina da coroa. O esmalte, que contém fosfato de cálcio em uma forma cristalina, é a substância biologicamente produzida mais dura. Quantidades adequadas de cálcio, fosfato e vitamina D durante a infância são essenciais para que a cobertura de esmalte fique completa e resistente às cáries.

Um sulco raso circunda o colo de cada dente. O epitélio da gengiva está ligado ao dente na base desse sulco, bloqueando a entrada de bactérias nos tecidos mais profundos ao redor da raiz.

Uma camada de **cemento** cobre a dentina da raiz. O cemento é menos resistente à erosão do que a dentina.

Fibras de colágeno do **ligamento periodontal** se estendem da dentina da raiz até o osso alveolar.

A cavidade pulpar recebe vasos sanguíneos e nervos através do **canal radicular**, um túnel estreito no interior da raiz do dente.

2 Existem quatro tipos diferentes de dentes, cada um com formas e padrões radiculares distintos, que nos permitem processar o alimento de maneiras diversas.

Os quatro tipos de dentes

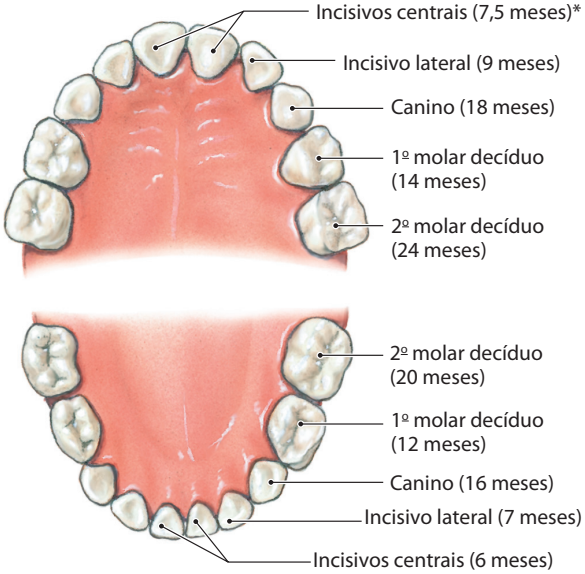
Incisivos são dentes em forma de lâmina localizados na região mais anterior da boca. Os incisivos são úteis para perfurar ou cortar e possuem apenas uma raiz.

Caninos são dentes cônicos, com um cume afiado e uma ponta fina. São utilizados para rasgar ou penetrar. Os caninos têm uma única raiz.

Pré-molares possuem coroas achatadas com cristas proeminentes. Esmagam, pressionam e trituram. Os pré-molares possuem uma ou duas raízes.

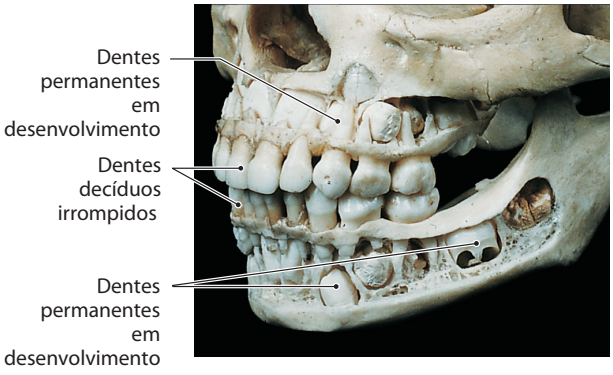
Molares possuem coroas muito grandes e achatadas, com cristas proeminentes adaptadas para esmagar e triturar. Os molares possuem normalmente três ou mais raízes.

3 Dois conjuntos de dentes se formam durante o desenvolvimento embrionário. Os primeiros a irromperem através das gengivas são os **dentes decíduos**, os dentes temporários da **dentição primária**. Os dentes decíduos também são chamados dentes primários, dentes de leite ou dentes de bebê. Aos 2 anos de idade, as crianças têm 20 dentes decíduos – cinco em cada lado das mandíbulas superior e inferior: dois incisivos, um canino e um par de molares decíduos.



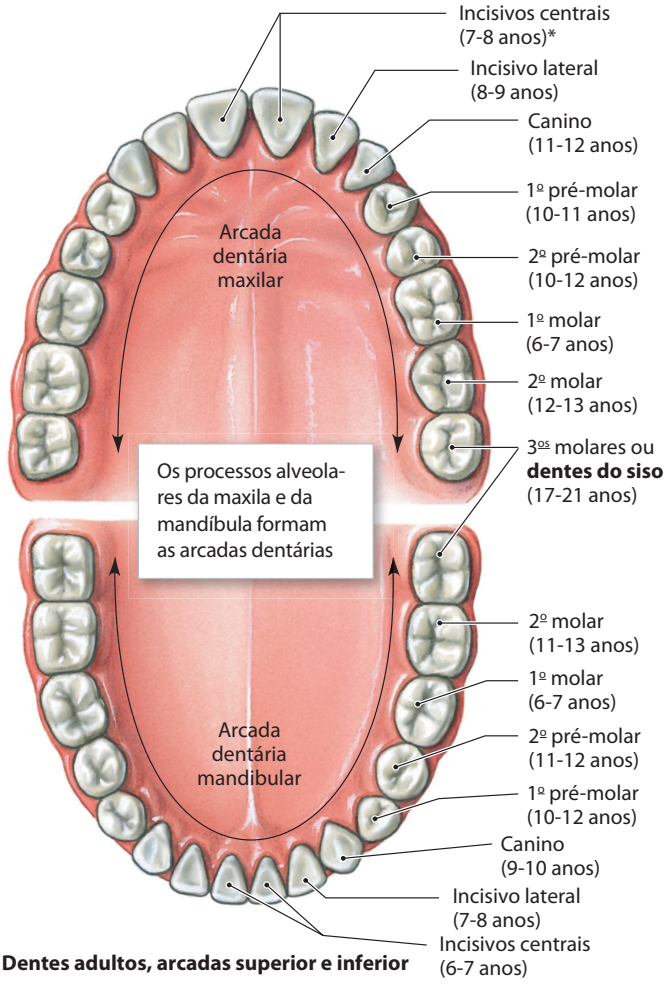
Dentes decíduos, arcadas superior e inferior

*O tempo indica a idade na erupção



Mandíbula e maxila expostas para mostrar os dentes permanentes em desenvolvimento

4 Com o crescimento da maxila e da mandíbula, a dentição primária é substituída gradualmente pela **dentição secundária**. Três outros molares aparecem em cada lado das arcadas superior e inferior à medida que o indivíduo envelhece, elevando a contagem de dentes permanentes para 32. Com o avanço da reposição, os ligamentos periodontais e as raízes dos dentes primários erodem até os dentes decíduos caírem ou serem empurrados pelos dentes secundários enquanto irrompem.



Dentes adultos, arcadas superior e inferior

*O tempo indica a idade na erupção

As **cáries** resultam, em geral, da ação das bactérias que normalmente habitam a boca. As bactérias que aderem às superfícies dos dentes produzem uma matriz pegajosa que aprisiona partículas de alimento e cria depósitos conhecidos como **placa dentária**, ou **placa bacteriana**. Se a fixação gengival no colo de um dente enfraquece, o resultado pode ser **gengivite**, uma inflamação das gengivas. A gengivite grave, provocada geralmente por infecção bacteriana, erode as gengivas e danifica a raiz, acabando por provocar a queda do dente. A escovação regular e o uso do fio dental são importantes para remover a placa dentária e massagear as gengivas, estimulando e reforçando a fixação epitelial de cada dente.

Revisão do Módulo 15.4

a. Cite os nomes de quatro tipos de dentes e as três partes principais de um dente típico.

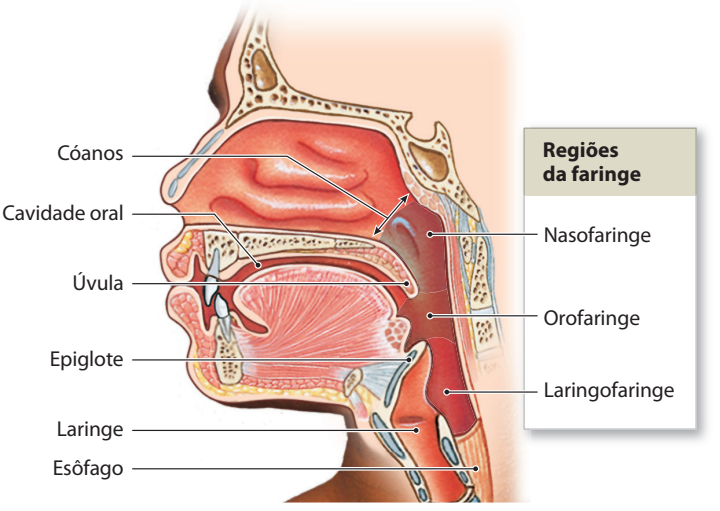
b. Qual é o nome atribuído, às vezes aos terceiros molares?

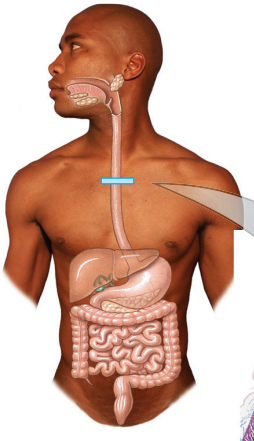
c. Faça a distinção entre dentição primária e dentição secundária.

As paredes musculares da faringe e do esôfago têm papel fundamental na deglutição

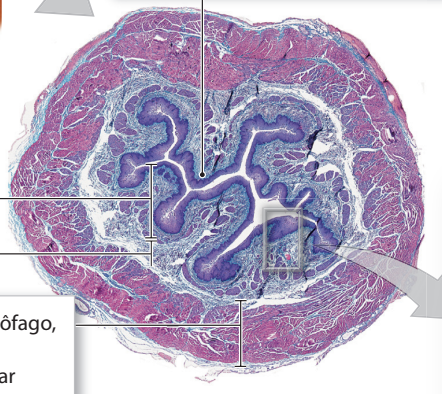
1 A **faringe**, uma cavidade revestida por membrana mucosa posterior ao nariz e à boca, é uma passagem comum para alimentos sólidos, líquidos e ar. O alimento passa pela orofaringe e pela laringofaringe em seu caminho para o esôfago. A ilustração à direita examina os principais pontos de referência e limites da faringe.

2 O **esôfago** é um tubo muscular oco com aproximadamente 25 cm de comprimento e um diâmetro de 2 cm em seu ponto mais largo. A função primária do esôfago é transportar alimentos e líquidos da faringe para o estômago.

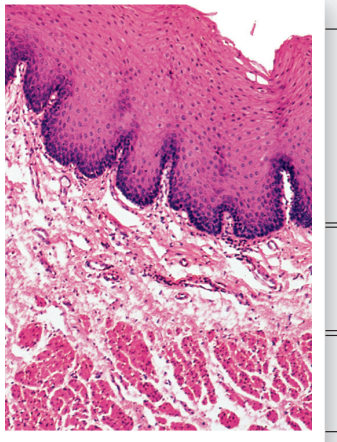




A mucosa e a submucosa se projetam em grandes pregas que se estendem por todo o comprimento do esôfago. Essas pregas permitem que o esôfago se expanda quando um grande bolo alimentar passa por ele. O tônus muscular nas paredes mantém o lúmen fechado, exceto quando algo é engolido.



No terço superior do esôfago, as camadas circular e longitudinal da muscular contêm fibras musculares estriadas esqueléticas. O terço médio contém uma mistura de tecido muscular estriado esquelético e liso. No terço inferior há apenas músculo liso.



O epitélio que reveste a mucosa do esôfago é um epitélio escamoso, estratificado, não queratinizado similar ao da faringe e da cavidade oral.

Lâmina própria

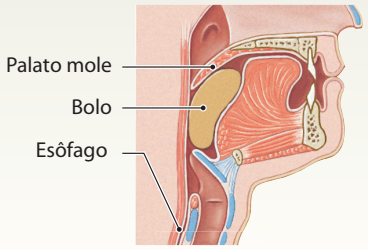
A muscular da mucosa consiste em uma camada irregular de músculo liso.

3 As camadas da parede esofágica são comparáveis às de outras partes do sistema digestório. No entanto, o formato do lúmen e a estrutura da muscular são exclusivos do esôfago. Não há serosa, mas uma **adventícia** de tecido conectivo externamente à muscular que prende o esôfago à parede corporal posterior.

4 Esta micrografia ilustra o epitélio extremamente espesso que compõe a camada mucosa esofágica.

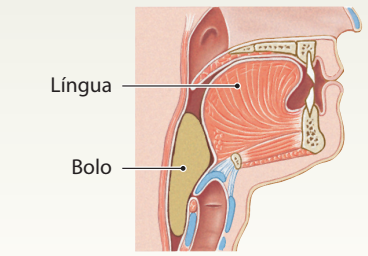
5 A **deglutição** é um processo complexo que pode ser iniciado voluntariamente, mas que prossegue automaticamente depois de iniciado. Embora você assuma o controle consciente sobre a deglutição quando come ou bebe, a deglutição também é controlada no nível subconsciente. Diariamente você engole aproximadamente 2.400 vezes. Podemos dividir a deglutição em três fases: oral, faríngea e esofágica.

Fase oral



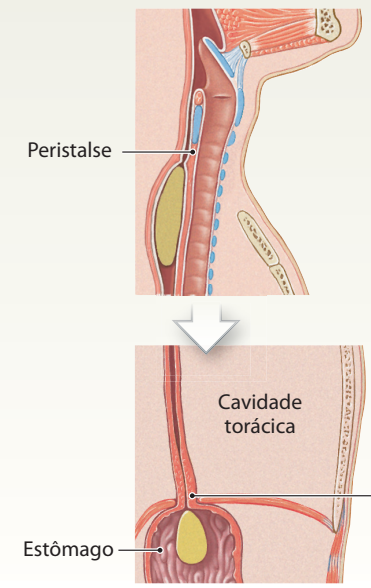
A **fase oral** começa após a mastigação do alimento e mistura com a saliva, quando o bolo é comprimido contra o palato duro. A língua retrai, forçando o bolo para dentro da orofaringe e ajudando a elevar o palato mole, vedando, assim, a nasofaringe. A fase oral é estritamente voluntária. Depois que o bolo entra na orofaringe, começam as respostas reflexas que movem esse bolo rumo ao estômago.

Fase faríngea



A **fase faríngea** começa quando os receptores táteis nos arcos palatoglossos e na úvula são estimulados. Em resposta, comandos provenientes do centro de deglutição no bulbo orientam os músculos faríngeos a contraírem em um padrão coordenado. As contrações dos músculos faríngeos elevam a laringe e dobram a epiglote, enquanto os músculos palatinos elevam a úvula e o palato mole bloqueia a entrada para a nasofaringe. Então, os constritores faríngeos empurram o bolo pela faringe, passando da epiglote e entrando no esôfago.

Fase esofágica



A **fase esofágica** da deglutição começa quando a contração dos músculos faríngeos empurra o bolo até a entrada do esôfago. Uma vez no esôfago, a peristalse empurra o bolo na direção do estômago. A aproximação do bolo abre o esfíncter esofágico inferior e esse bolo avança para dentro do estômago. O percurso inteiro leva 9 segundos, aproximadamente, para um bolo alimentar típico. Os líquidos podem chegar mais rápido, fluindo à frente das contrações peristálticas com o auxílio da gravidade. Um bolo seco ou mal lubrificado segue mais lentamente e uma série de reflexos locais, as chamadas **ondas peristálticas secundárias**, pode ser necessária para empurrar o bolo até o estômago.

O esôfago começa na posição posterior à cartilagem cricoide. A partir desse ponto, onde é mais estreito, o esôfago desce na direção da cavidade torácica, posterior à traqueia. Passa inferiormente ao longo da parede posterior do mediastino e entra na cavidade abdominal através do **hiato esofágico**, uma abertura no diafragma. As fibras parassimpáticas e simpáticas do plexo esofágico inervam o esôfago. O tônus muscular em repouso na camada muscular circular nos 3 cm superiores do esôfago normalmente impede a entrada de ar no esôfago. Tal faixa de músculo liso funciona como um esfíncter esofágico superior. Uma área comparável de músculo liso na extremidade inferior do esôfago forma o **esfíncter esofágico inferior**. Normalmente permanece em um estado de contração ativa, que impede o refluxo de materiais do estômago para o esôfago.

Revisão do Módulo 15.5

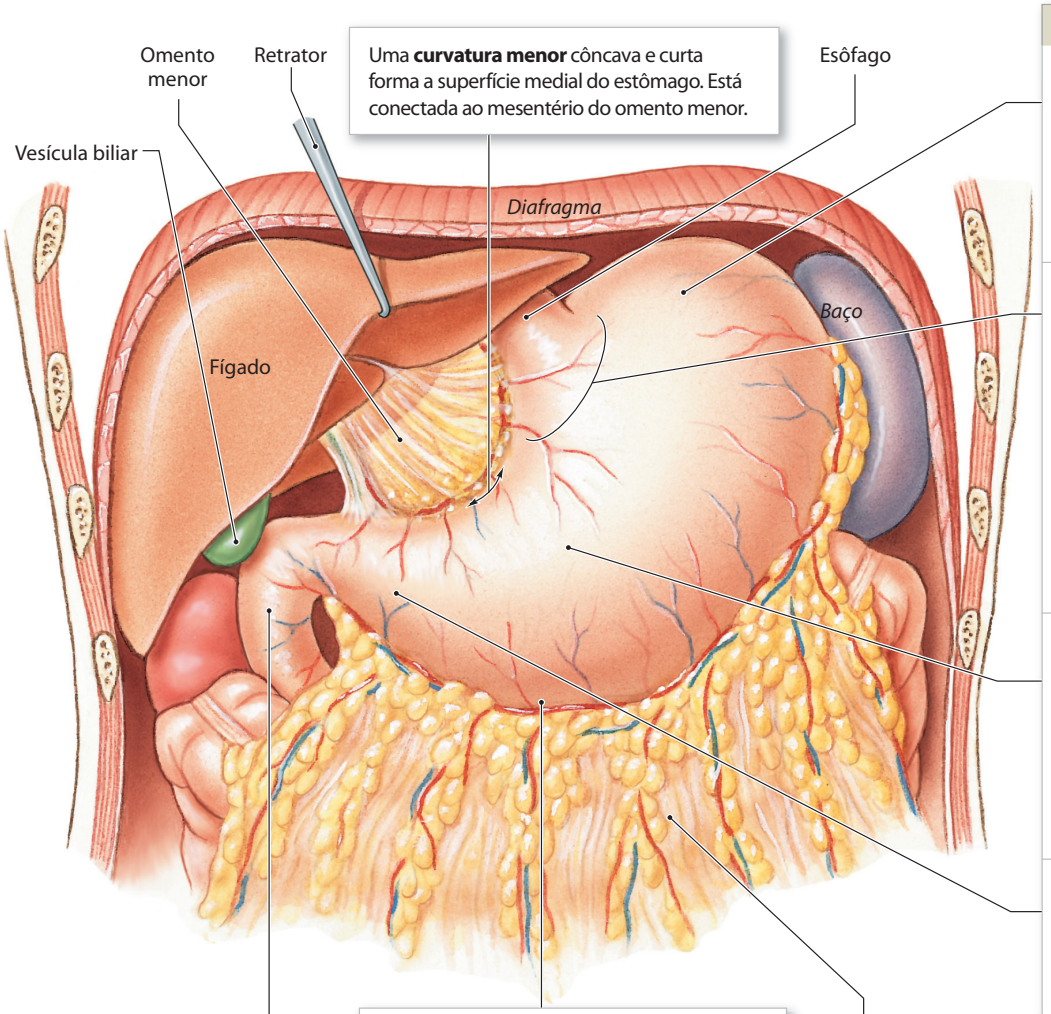
a. Descreva a estrutura e a função da faringe.

b. Cite o nome da estrutura que conecta a faringe ao estômago.

c. Descreva o principal evento em cada uma das três fases da deglutição.

O estômago é um órgão muscular, expansível e em forma de J que possui três camadas em sua camada muscular

1 Esta ilustração apresenta as principais superfícies e regiões do estômago. Na realidade, sua forma é altamente variável. Quando está vazio, o estômago lembra um tubo muscular em forma de J, com um lúmen estreito, constrito. Quando está cheio, pode conter de 1 a 1,5 litro de material. Esse material, que combina alimento ingerido com saliva e secreções das glândulas gástricas, é uma mistura viscosa, altamente ácida, chamada **quimo**.



Regiões do estômago

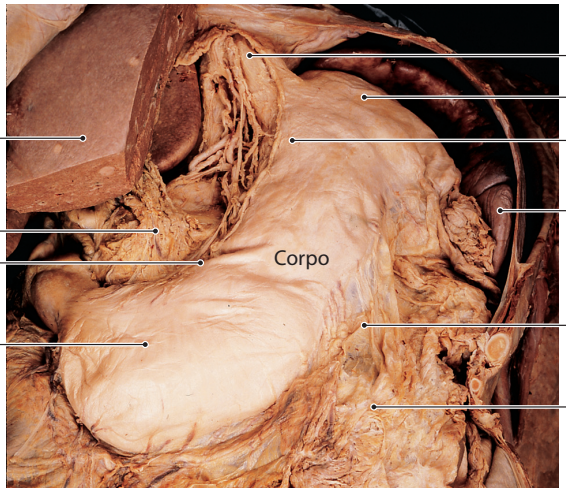
O **fundo** é a parte do estômago superior à junção deste com o esôfago. O fundo entra em contato com a superfície inferoposterior do diafragma.

A **cárdia** é a parte superior medial do estômago até 3 cm da junção entre o esôfago e o estômago. A cárdia contém inúmeras glândulas submucosas cujas secreções revestem a conexão com o esôfago e ajudam a proteger esse tubo do ácido e das enzimas gástricas.

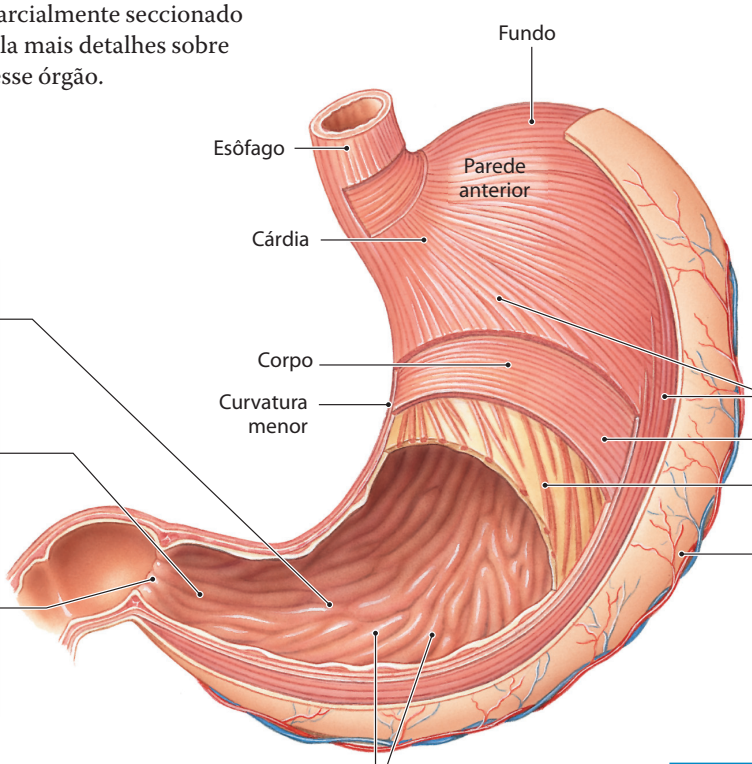
O **corpo**, a maior região do estômago, é a área entre o fundo e o piloro. O corpo funciona como um misturador para o alimento ingerido e as secreções produzidas no estômago.

O **piloro** forma a curva acentuada do J. À medida que movimentos de mistura ocorrem durante a digestão, o piloro frequentemente muda de formato.

2 Esta dissecação anatômica mostra o estômago e os omentos menor e maior.



3 Um estômago parcialmente seccionado e dissecado revela mais detalhes sobre a estrutura interna desse órgão.



Piloro

O **antro pilórico** é a parte do piloro contínua ao corpo do estômago.

O **canal pilórico** desemboca no duodeno, o segmento proximal do intestino delgado.

O **esfíncter pilórico** muscular regula a liberação do quimo no duodeno.

Camadas da muscular

A muscular contém três camadas de músculo liso. A camada oblíqua do músculo liso reforça a parede do estômago e ajuda nas atividades de mistura e agitação, essenciais para a formação do quimo.

Camada muscular longitudinal

Camada muscular circular

Camada muscular oblíqua

As **pregas gástricas** são pregas mucosas proeminentes, porém temporárias, que permitem que o lúmen gástrico se expanda. À medida que o estômago enche, as pregas gástricas achatam gradualmente até quase desaparecerem na distensão máxima.

Revisão do Módulo 15.6

a. Cite os nomes das quatro principais regiões do estômago em ordem, da sua junção com o esôfago até o intestino delgado.

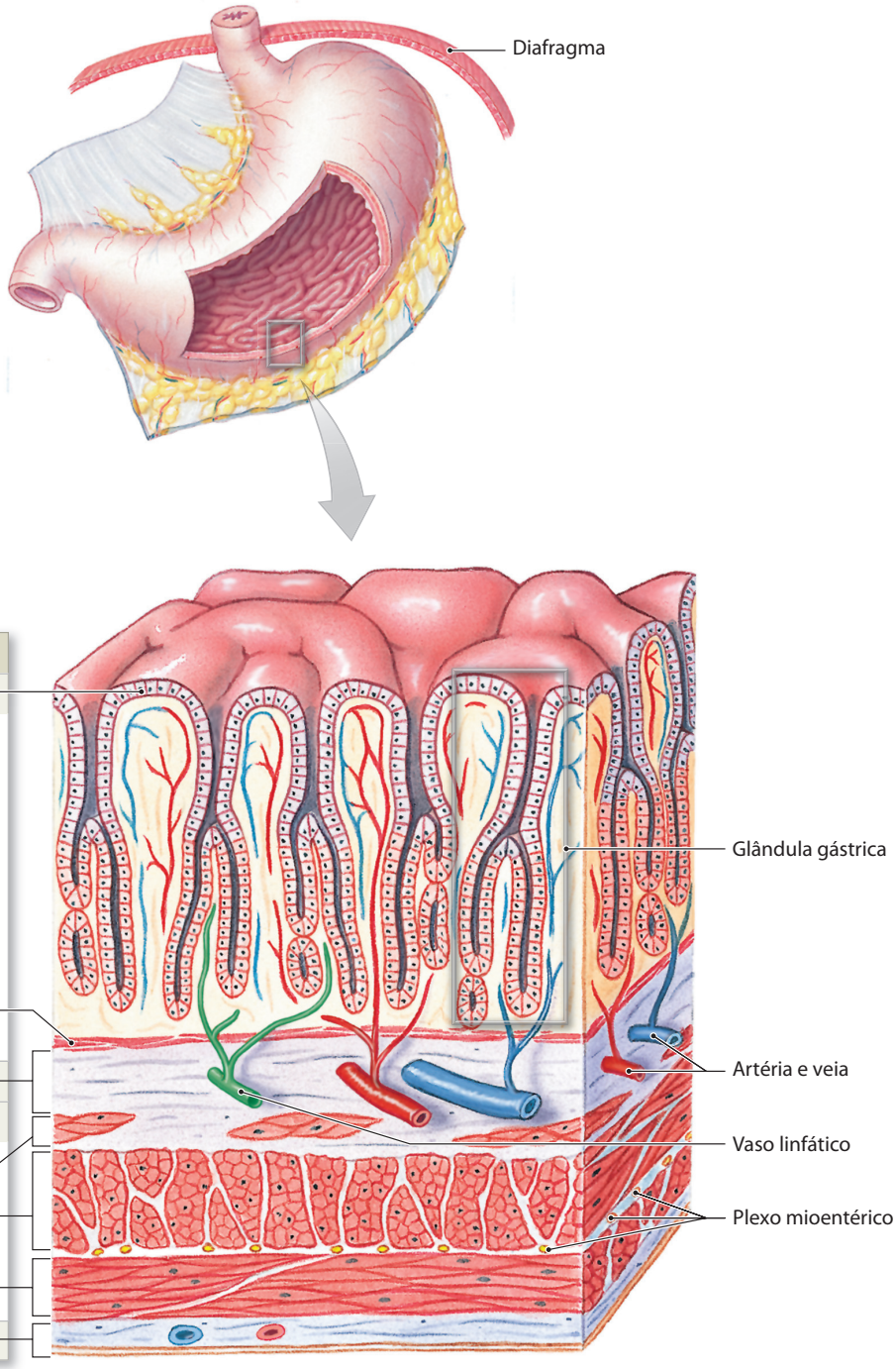
b. Descreva o revestimento interno do estômago.

c. Quais atributos anatômicos do estômago permitem que ele agite e forme o quimo?

15.7

O estômago decompõe os nutrientes orgânicos presentes no alimento

1 A parede do estômago é relativamente espessa, com camada muscular bem desenvolvida, e sua mucosa possui pregas profundas que formam as glândulas gástricas.



Camadas da parede do estômago

Mucosa

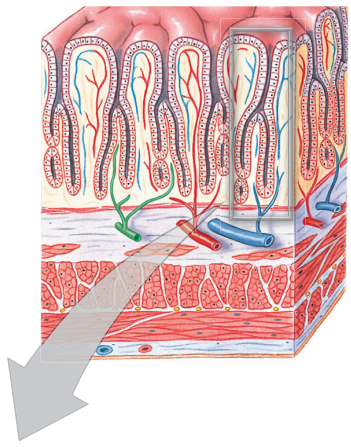
O epitélio colunar simples reveste todas as partes do estômago. Esse epitélio produz um tapete de muco que cobre as superfícies internas do órgão. A camada de muco alcalino protege as células epiteliais contra o ácido e as enzimas no lúmen gástrico. Ainda assim, o ambiente é hostil e uma célula epitelial gástrica típica tem um tempo de vida de apenas três a sete dias.

Submucosa

Muscular

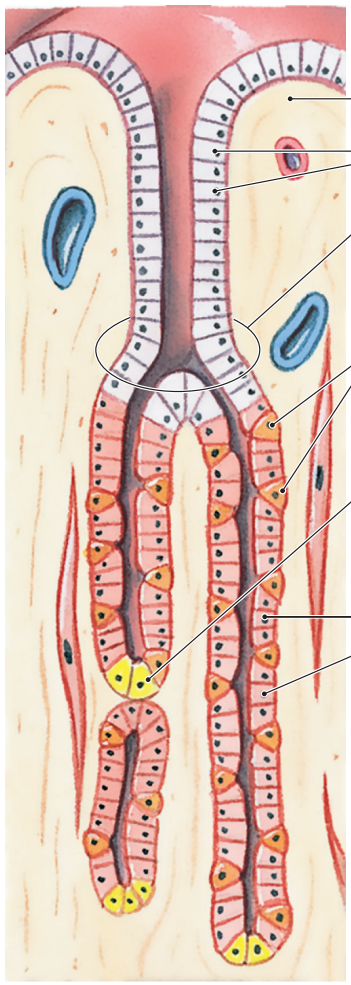
Serosa

2 As **glândulas gástricas** no fundo e no corpo secretam a maior parte do ácido e das enzimas envolvidas na digestão gástrica. As glândulas gástricas nessas áreas são dominadas pelas células parietais e células principais. Juntas, essas células secretam aproximadamente 1.500 ml de suco gástrico por dia. O **suco gástrico** é um fluido fino, incolor e ácido que contém enzimas. As glândulas gástricas no piloro secretam muco e hormônios envolvidos na coordenação e no controle da atividade digestória.



Depressões rasas chamadas **fossetas gástricas** se abrem na superfície interna do estômago. As células-tronco na base de cada fosseta gástrica se dividem ativamente, substituindo as células epiteliais que são descamadas no quimo.

Cada fosseta gástrica se comunica com várias glândulas gástricas que se estendem profundamente na lâmina própria.



Células das glândulas gástricas

As **células parietais** secretam o **fator intrínseco**, uma glicoproteína que ajuda a absorver vitamina B12 através do revestimento intestinal. As células parietais também secretam ácido clorídrico (HCl).

As **células enteroendócrinas** produzem uma série de hormônios. Consideramos esses hormônios e suas funções no Módulo 15.10.

As **células principais** secretam **pepsinogênio**, uma proenzima inativa. O ácido clorídrico no lúmen gástrico converte o pepsinogênio em **pepsina**, uma enzima proteolítica (digestora de proteína) ativa. Além disso, o estômago dos bebês recém-nascidos (mas não os dos adultos) produz **renina** e **lipase gástrica**, enzimas importantes para digerir leite.

Revisão do Módulo 15.7

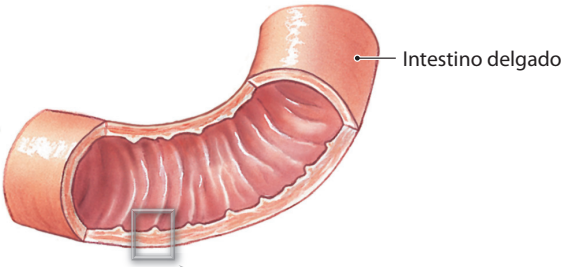
a. Qual é a função das células parietais?

b. Explique a importância da camada de muco alcalino que reveste a superfície interna do estômago.

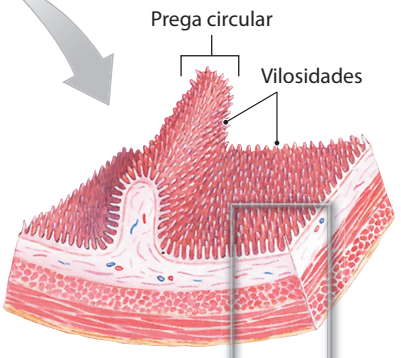
c. Descreva a relação entre pepsinogênio e pepsina.

O intestino é especializado na absorção de nutrientes

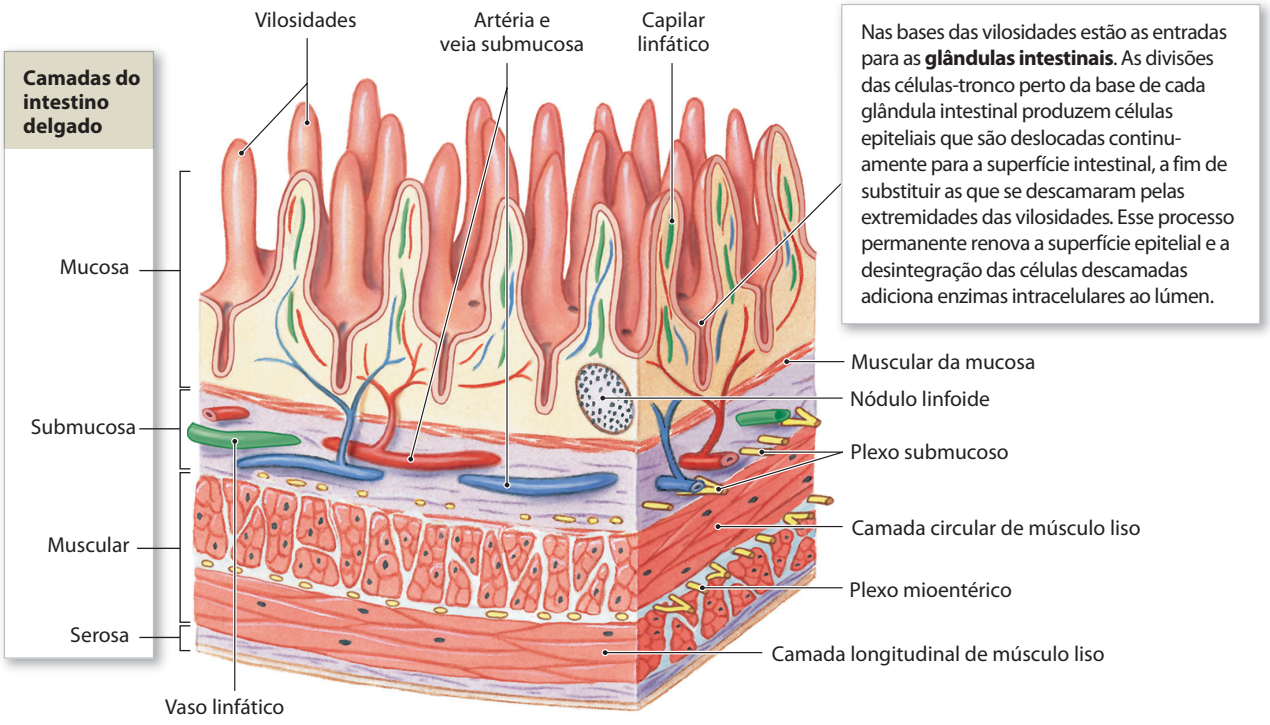
1 O revestimento intestinal tem uma série de pregas transversais chamadas **pregas circulares**. Ao contrário das pregas gástricas no estômago, as pregas circulares são características permanentes que não desaparecem quando o intestino delgado está cheio. O intestino delgado contém aproximadamente 800 pregas circulares, a maioria delas dentro do jejuno, o segmento intermediário do intestino delgado. Sua presença aumenta bastante a área de superfície disponível para absorver nutrientes.



2 Se o intestino delgado fosse um simples tubo com paredes lisas, ele teria uma área de absorção total de apenas 3.300 cm^2. Mas, em vez disso, sua mucosa contém pregas circulares. Cada prega circular suporta uma floresta de projeções interdigitadas, as **vilosidades intestinais**. Cada vilosidade é coberta por células epiteliais cujas superfícies expostas são cobertas com microvilosidades. Essa organização aumenta em mais de 600 vezes a área de absorção total, para cerca de 2 milhões cm^2.



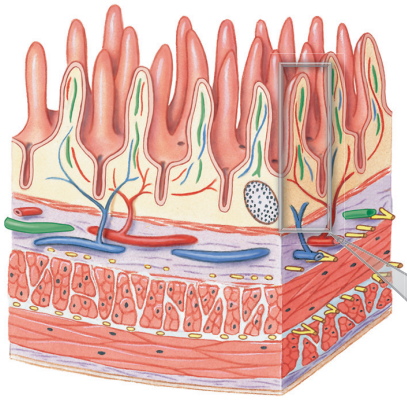
3 Este diagrama em corte da parede intestinal exibe as características comuns a todos os segmentos do intestino delgado.

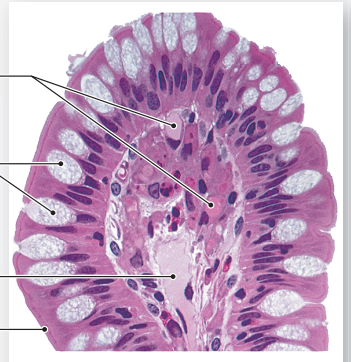


Nas bases das vilosidades estão as entradas para as **glândulas intestinais**. As divisões das células-tronco perto da base de cada glândula intestinal produzem células epiteliais que são deslocadas continuamente para a superfície intestinal, a fim de substituir as que se descamaram pelas extremidades das vilosidades. Esse processo permanente renova a superfície epitelial e a desintegração das células descamadas adiciona enzimas intracelulares ao lúmen.

4 Cada vilosidade possui uma estrutura interna complexa. A lâmina própria de cada vilosidade contém uma ampla rede de capilares que se origina em uma rede vascular dentro da submucosa. Esses capilares transportam os nutrientes absorvidos para a circulação hepatoportal para distribuição ao fígado, que ajusta as concentrações de nutrientes no sangue antes de ele chegar à circulação sistêmica geral.

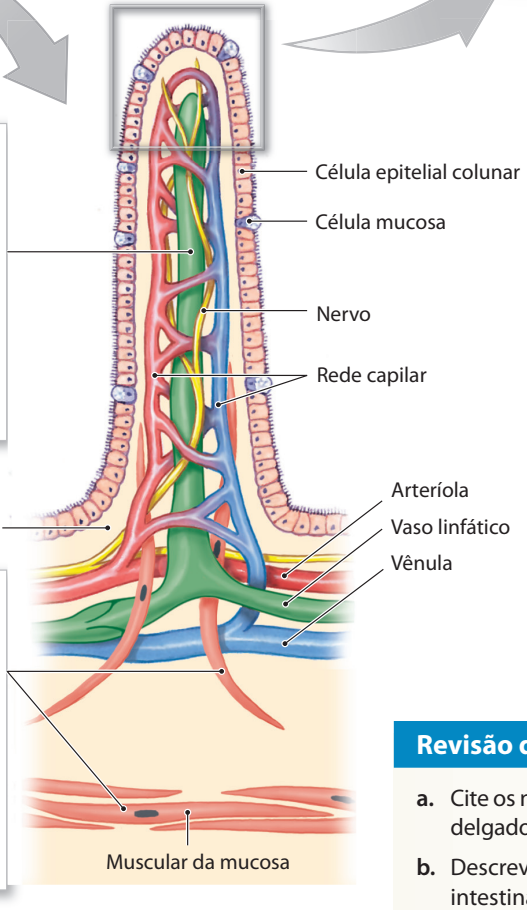
5 A superfície de cada vilosidade consiste em um epitélio colunar simples acarpetado com microvilosidades. Uma vez que estas se projetam a partir do epitélio como as cerdas de uma escova, diz-se que essas células têm uma **borda em escova**. As enzimas da borda em escova são proteínas integrais da membrana, situadas nas superfícies das microvilosidades intestinais. Essas enzimas quebram as moléculas que entram em contato com a borda em escova. Depois, as células epiteliais absorvem os produtos resultantes dessa quebra.





As células caliciformes entre as células epiteliais colunares ejetam mucina nas superfícies intestinais.

Extremidade da vilosidade LM × 250



Cada vilosidade contém um capilar linfático chamado **ducto lácteo**. Os lácteos transportam os materiais que não conseguem entrar nos capilares sanguíneos. Por exemplo, os ácidos graxos absorvidos são montados em pacotes proteico-lipídicos grandes demais para se difundir para dentro da corrente sanguínea. Após entrarem nos lácteos, esses pacotes com alto teor lipídico chegam à circulação venosa à medida que o ducto torácico leva linfa para a veia subclávia esquerda.

As contrações da muscular da mucosa e das células musculares lisas dentro das vilosidades intestinais movem essas vilosidades para frente e para trás, expondo suas superfícies epiteliais ao conteúdo intestinal liquefeito. Esse movimento torna a absorção mais eficiente ao eliminar rapidamente as diferenças locais na concentração de nutrientes. Os movimentos das vilosidades também espremem os lácteos, ajudando, assim, a linfa a sair das vilosidades.

Revisão do Módulo 15.8

a. Cite os nomes das camadas do intestino delgado, da superficial para a profunda.

b. Descreva a anatomia da mucosa intestinal.

c. Explique a função dos lácteos.

O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo

O intestino delgado tem o papel principal na digestão e na absorção dos nutrientes. Noventa por cento da absorção de nutrientes ocorre no intestino delgado; o restante é absorvido no intestino grosso.

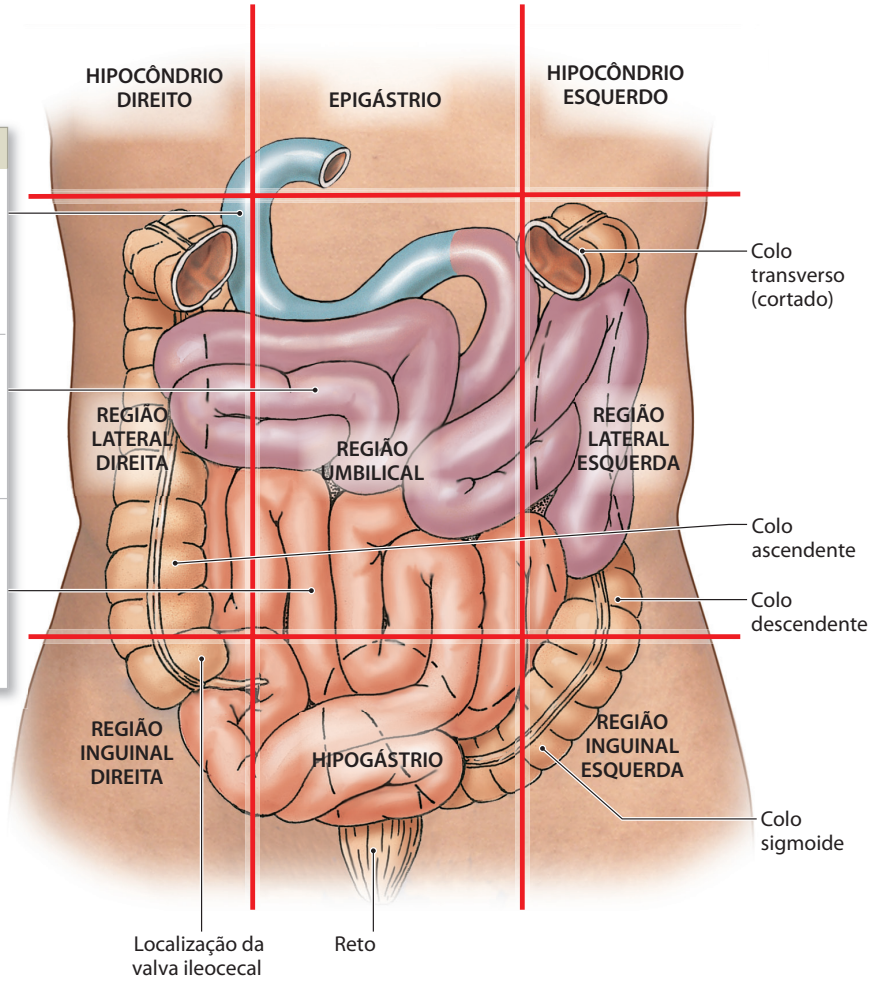
1 O intestino delgado preenche grande parte da cavidade peritoneal. Tem, em média, 6 m de comprimento, com diâmetro de 4 cm próximo ao estômago até aproximadamente 2,5 cm em sua junção com o intestino grosso.

Regiões do intestino delgado

O **duodeno**, com 25 cm de comprimento, é o segmento mais próximo do estômago. Essa parte do intestino delgado recebe o quimo do estômago e as secreções digestórias do pâncreas e do fígado.

Uma flexura abrupta marca o limite entre o duodeno e o **jejuno**. O jejuno tem cerca de 2,5 m de comprimento. A maior parte da digestão química e da absorção de nutrientes ocorre no jejuno.

O **íleo**, o segmento final do intestino delgado, também é o mais comprido, em média com 3,5 m de comprimento. O íleo termina na **valva ileocecal**, um esfíncter que controla o fluxo de materiais do íleo para o intestino grosso.



Revisão do Módulo 15.9

a. Cite os nomes das três regiões do intestino delgado, da proximal para a distal.

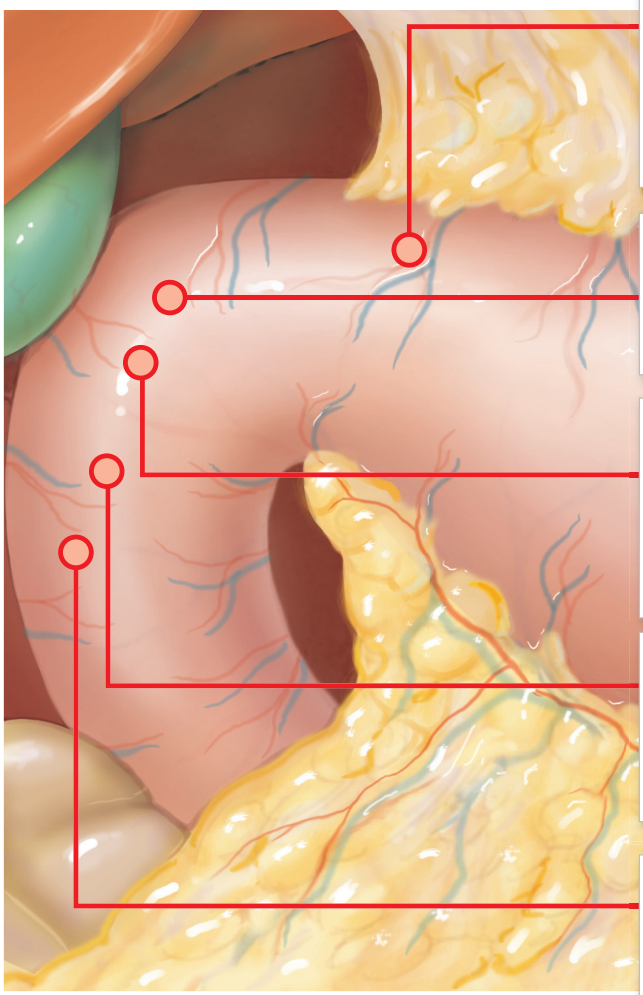
b. Identifique a região do intestino delgado que pode ser encontrada profundamente à região epigástrica.

c. Qual é a função principal do duodeno?

15.10

Cinco hormônios estão envolvidos na regulação das atividades digestórias

1 Cinco hormônios ajudam a regular a função digestória: gastrina, secretina, peptídeo inibidor gástrico, colecistoquinina e peptídeo intestinal vasoativo. Quatro dos cinco hormônios são produzidos pelo duodeno, que recebe os materiais parcialmente digeridos do estômago. O duodeno ajusta a atividade gástrica e coordena as secreções dos órgãos digestórios acessórios, de acordo com as características do quimo que chega.



A **gastrina** é secretada pelas células G no antro pilórico e pelas células enteroendócrinas no duodeno. O antro pilórico secreta gastrina quando estimulado pelo nervo vago ou quando o alimento chega ao estômago. As células duodenais liberam gastrina quando são expostas às grandes quantidades de proteínas digeridas de forma incompleta. A gastrina aumenta a motilidade gástrica (capacidade para se mover) e estimula a produção de ácido gástrico e enzimas.

A **secretina** é liberada quando o quimo chega ao duodeno. O efeito primário da secretina é um aumento na secreção de bile (pelo fígado) e tampões (pelo pâncreas), que, por sua vez, aumentam o pH do quimo. Dentre seus efeitos secundários, a secretina reduz a motilidade gástrica e as taxas secretórias.

O **peptídeo inibidor gástrico (GIP)** é secretado quando as gorduras e os carboidratos – especialmente a glicose – entram no intestino delgado. A inibição da atividade gástrica é acompanhada pela estimulação da liberação de insulina pelas ilhotas pancreáticas. O GIP tem vários efeitos secundários, incluindo a estimulação da atividade das glândulas duodenais, a estimulação da síntese lipídica no tecido adiposo e o aumento do uso da glicose pelos músculos esqueléticos.

A **colecistoquinina (CCK)** é secretada quando o quimo chega ao duodeno, sobretudo quando esse quimo contém lipídios e proteínas parcialmente digeridas. No pâncreas, a CCK acelera a produção e a secreção de todos os tipos de enzimas digestórias. Ela também relaxa o esfíncter hepatopancreático e contrai a vesícula biliar, resultando na ejeção de bile e suco pancreático para dentro do duodeno.

O **peptídeo intestinal vasoativo (VIP)** estimula a secreção das glândulas intestinais, dilata os capilares regionais e inibe a produção de ácido no estômago. Ao dilatar os capilares nas áreas ativas dos intestinos, o VIP proporciona um mecanismo eficiente para remover os nutrientes absorvidos.

Revisão do Módulo 15.10

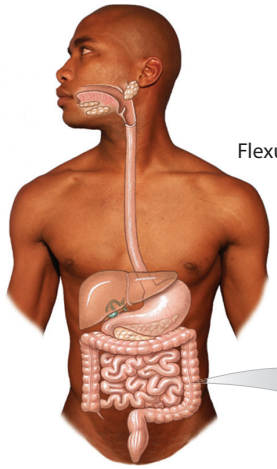
a. Cite os nomes dos cinco hormônios principais que regulam as atividades digestórias e resuma seus efeitos.

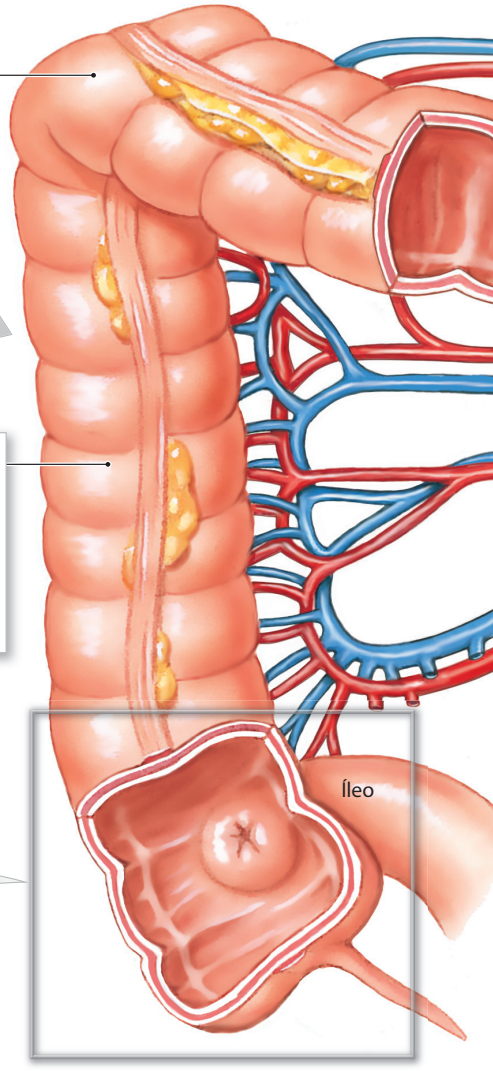
b. Uma refeição com alto teor de gordura aumenta ou diminui o nível de colecistoquinina (CCK) no sangue?

c. Suponha que o duodeno do intestino delgado não produza secretina. Como isso afetaria o pH do conteúdo intestinal?

O intestino grosso armazena e concentra material fecal

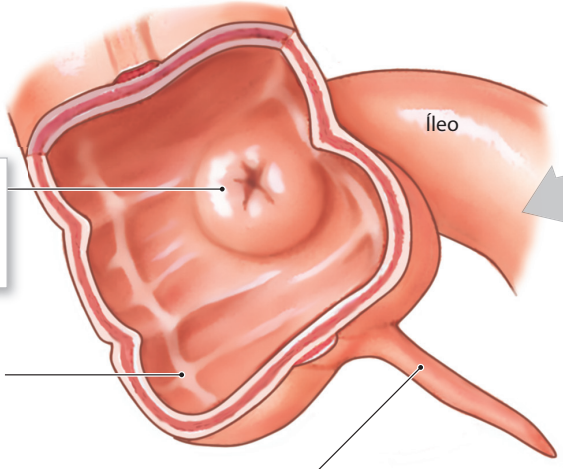
O **intestino grosso** tem, em média, 1,5 m de comprimento e 7,5 cm de largura. As funções principais do intestino grosso são: (1) absorver vitaminas importantes produzidas pelas bactérias no colo, (2) reabsorver água do conteúdo intestinal, (3) compactar o conteúdo intestinal não digerível e transformá-lo em fezes, e (4) armazenar as fezes antes da defecação. O intestino grosso consiste em três segmentos: ceco, colos e reto.





1 O material que chega do íleo entra primeiro em uma bolsa expandida chamada **ceco**. O ceco coleta e armazena materiais do íleo e começa o processo de **compactação** (compressão do conteúdo intestinal para formar fezes).

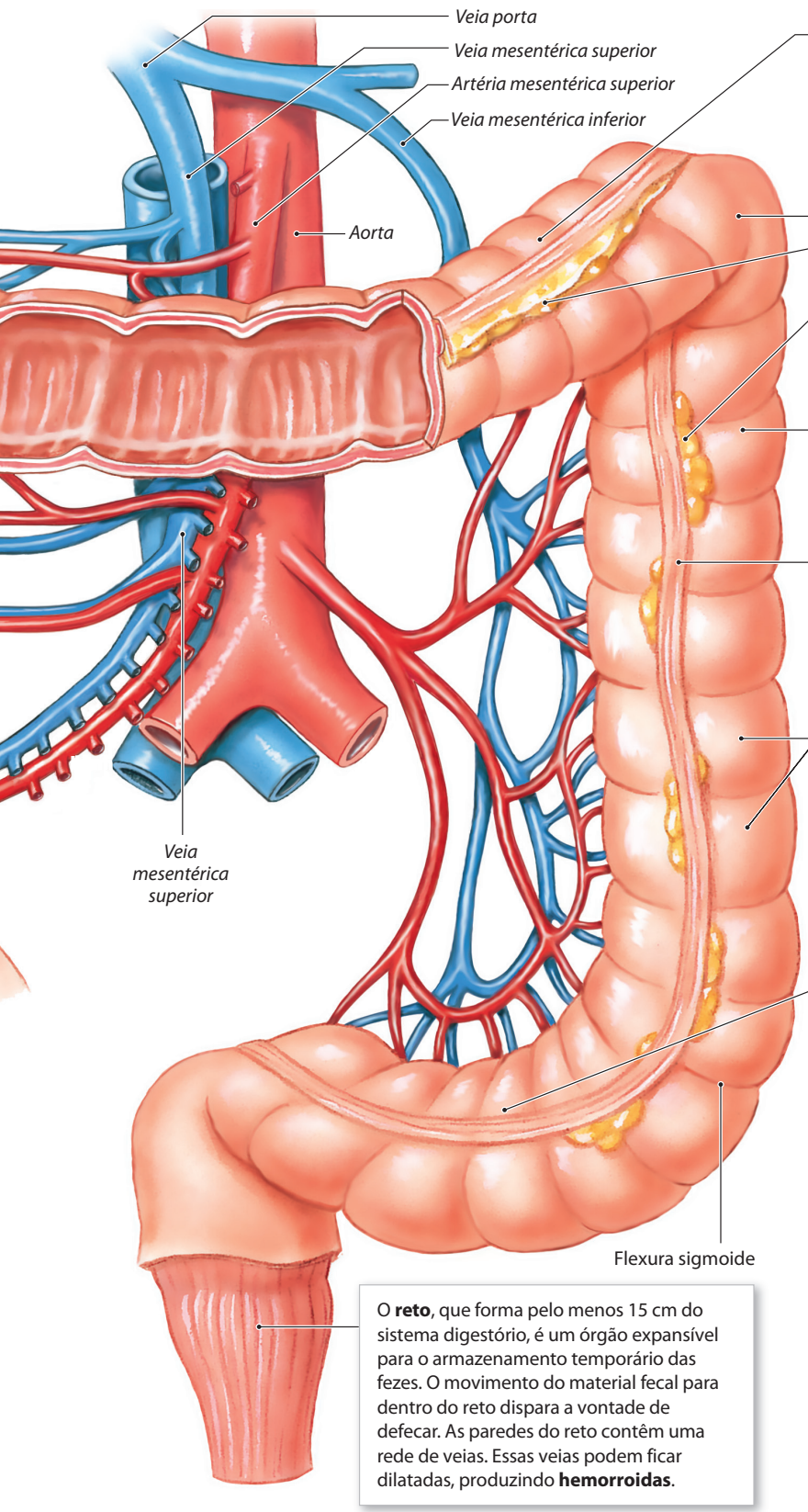
O **colo ascendente** começa no ceco e sobe ao longo da margem direita da cavidade peritoneal até a superfície inferior do fígado. Nesse ponto, o colo se curva acentuadamente para a esquerda na **flexura cólica direita**; isso marca o final do colo ascendente.



O íleo se conecta à superfície medial do ceco e se abre no ceco na **valva ileocecal**.

O **apêndice** delgado e oco está conectado ao ceco. O apêndice geralmente tem 9 cm de comprimento, aproximadamente, mas o seu tamanho e forma são bastante variáveis. A mucosa e a submucosa do apêndice são dominadas por nódulos linfoides e o apêndice funciona principalmente como um órgão do sistema linfático. A inflamação do apêndice é conhecida como **apendicite**.

2 O **colo** tem um diâmetro maior e uma parede mais fina do que o intestino delgado. Podemos subdividir o colo em quatro regiões: colo ascendente, colo transverso, colo descendente e colo sigmoide. O colo ascendente e o descendente estão presos firmemente à parede abdominal. O colo transverso e o colo sigmoide são suspensos pelos mesentérios.



O **colo transverso** atravessa o abdome da direita para a esquerda. Quando o colo transverso chega ao lado esquerdo do corpo, o colo faz uma dobra de 90° na **flexura cólica esquerda**.

Flexura cólica esquerda

Omento maior (cortado)

A serosa do colo contém inúmeros sacos de gordura em forma de gota, chamados **apêndices adiposos**.

O **colo descendente** avança inferiormente ao longo do lado esquerdo do corpo, até chegar à fossa ilíaca. Na fossa ilíaca, o colo descendente termina na **flexura sigmoide**.

Três faixas longitudinais separadas, formadas por músculo liso – chamadas **tênias do colo** – seguem ao longo das superfícies externas do colo, logo abaixo da serosa. Essas faixas correspondem à camada externa da muscular nas outras partes do sistema digestório.

O tônus muscular dentro das tênias do colo é o que cria as **haustras**, uma série de bolsas na parede do colo. O corte no lúmen intestinal revela que as dobras entre as haustras afetam também o revestimento mucoso, produzindo uma série de pregas internas. As haustras permitem que o colo expanda e alongue, de modo parecido com o fole que permite que um acordeão alongue.

A flexura sigmoide é o início do **colo sigmoide**, um segmento em forma de S com aproximadamente 15 cm de comprimento que desemboca no reto.

O **reto**, que forma pelo menos 15 cm do sistema digestório, é um órgão expansível para o armazenamento temporário das fezes. O movimento do material fecal para dentro do reto dispara a vontade de defecar. As paredes do reto contêm uma rede de veias. Essas veias podem ficar dilatadas, produzindo **hemorroidas**.

Contrações peristálticas poderosas chamadas **movimentos de massa** ocorrem algumas vezes por dia em resposta à distensão do estômago e do duodeno. Essas contrações começam no colo transverso e empurram os materiais ao longo da parte distal do intestino grosso.

Revisão do Módulo 15.11

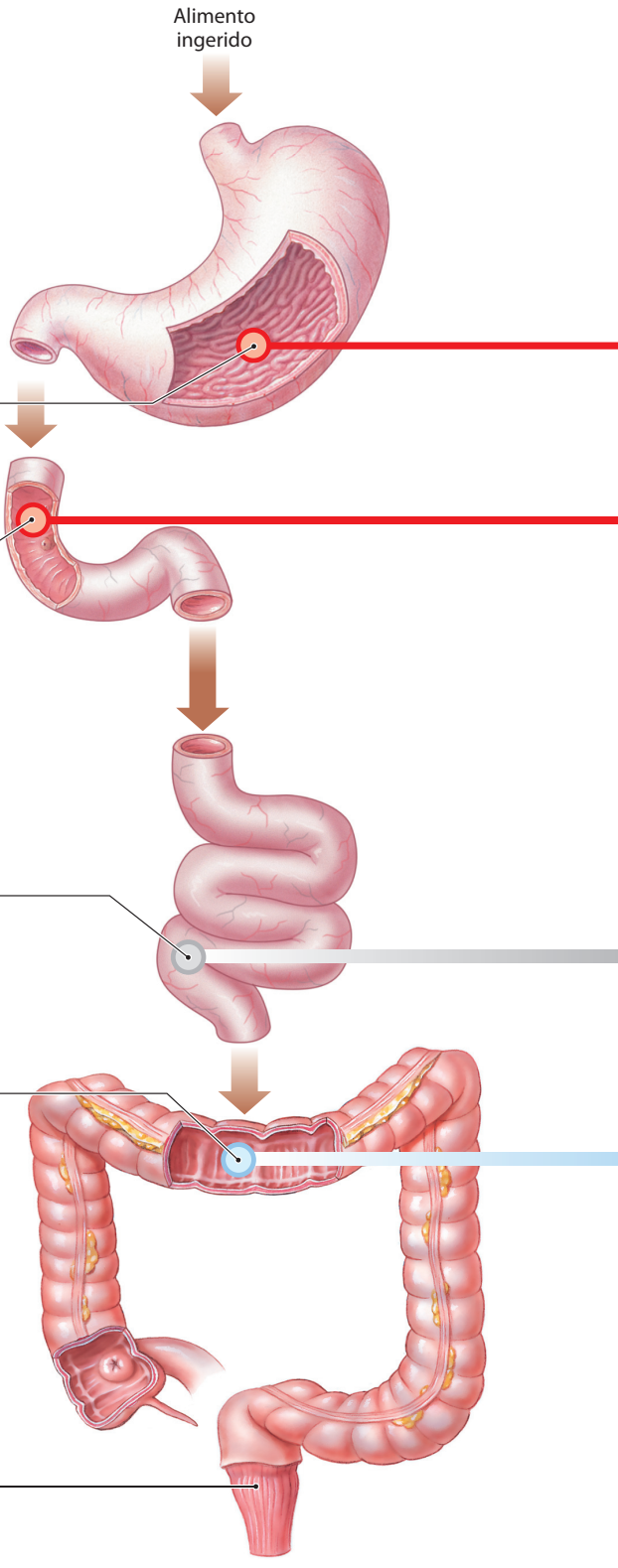
a. Identifique os três segmentos do intestino grosso e as quatro regiões do colo.

b. Cite os nomes das funções principais do intestino grosso.

c. Descreva os movimentos de massa.

Os reflexos neurais e hormônios trabalham juntos para controlar as atividades digestórias

1 O fluxograma ao lado resume o padrão de liberação hormonal e os efeitos desses hormônios dentro do sistema digestório.



1. A secreção gástrica começa antes de o alimento chegar ao estômago. Quando você vê, cheira, prova ou pensa no alimento, a divisão parassimpática do SNA prepara o estômago para a refeição. Os nervos vagos inervam as células mucosas, células principais, células parietais e células enteroendócrinas do estômago. Em resposta à estimulação, a produção do suco gástrico acelera rapidamente.

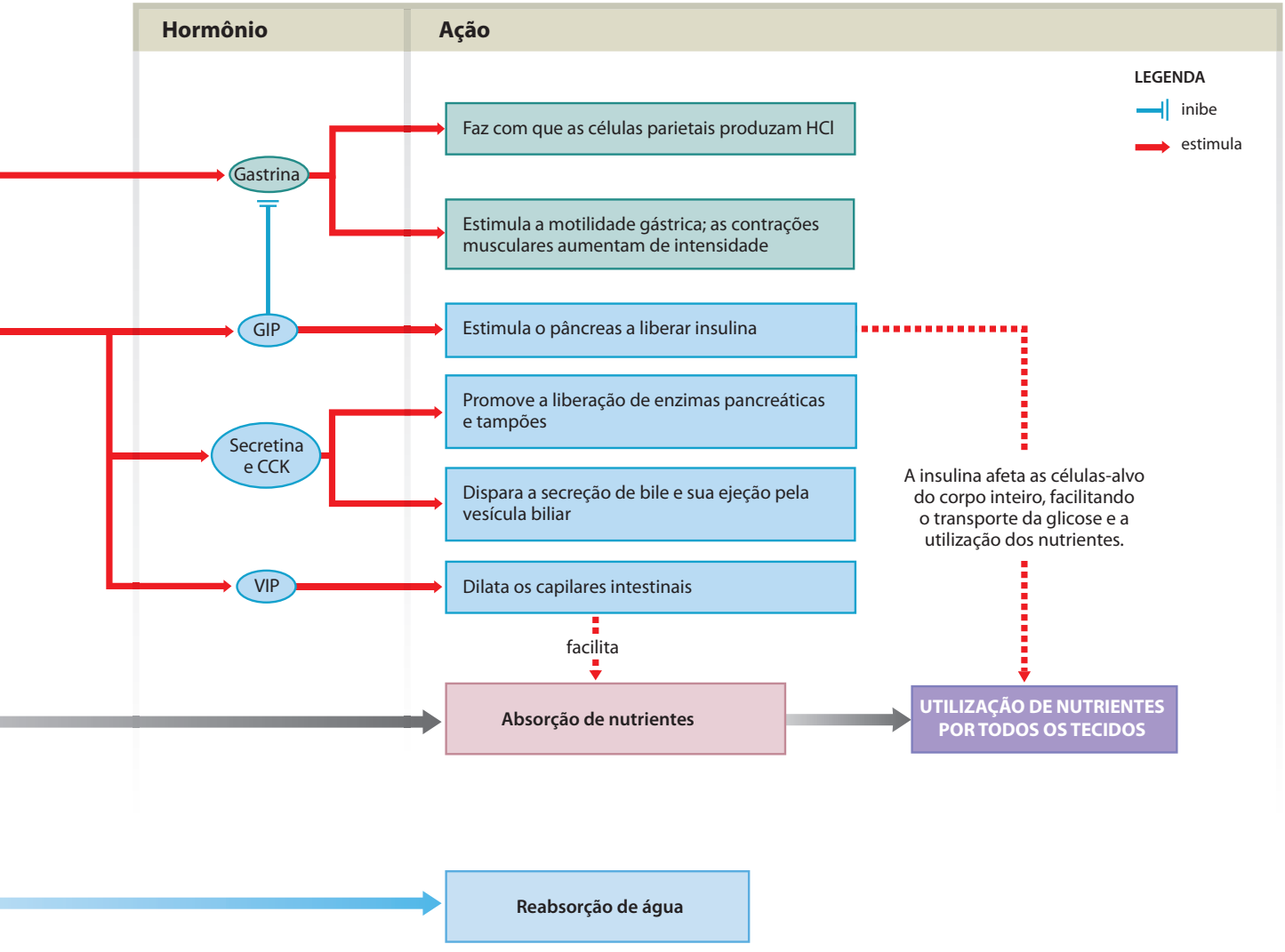
2. Quando o alimento chega ao estômago, a distensão física estimula a produção de gastrina.

3. Quando o quimo chega ao duodeno, os estímulos físicos e químicos promovem eventos neurais e a secreção de vários hormônios que coordenam as atividades dos intestinos e do pâncreas, fígado e vesícula biliar. A distensão local também estimula os receptores que disparam o **reflexo enterogástrico**. Esse reflexo inibe a produção de gastrina e as contrações gástricas, controlando, assim, a taxa na qual o quimo entra no duodeno.

4. O material que chega ao jejuno é mais decomposto pelas enzimas digestórias. O epitélio intestinal absorve os produtos da digestão.

5. Em média, 1.500 ml de material entram no colo diariamente. Mais de 1 l de água é reabsorvido por osmose e apenas 200 ml de fezes são ejetados. Além de prevenir a desidratação pela reabsorção da água, o epitélio absorve três vitaminas produzidas pelas bactérias normais residentes no colo: vitamina K, vitamina B_5 e vitamina B_7 (biotina). O material fecal ejetado consiste em 75% de água, 5% de bactérias e o resto é uma mistura de materiais não digeríveis, matéria inorgânica e restos de células epiteliais.

6. O reto normalmente está vazio, exceto quando uma contração peristáltica poderosa força as fezes para fora do colo sigmoide. A distensão da parede retal inicia o **reflexo de defecação**. No entanto, as fezes serão ejetadas somente se o esfíncter anal externo for relaxado voluntariamente.



Revisão do Módulo 15.12

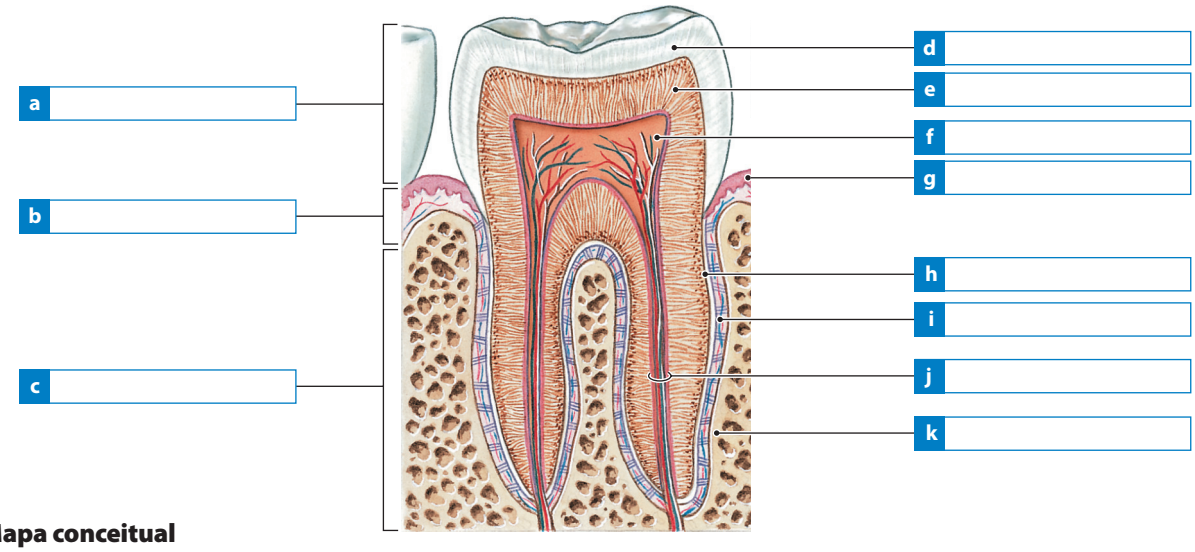
a. Descreva os dois reflexos desencadeados pela estimulação dos receptores de estiramento.

b. Qual é o papel do GIP?

c. Descreva os componentes das fezes.

1. Criando legendas

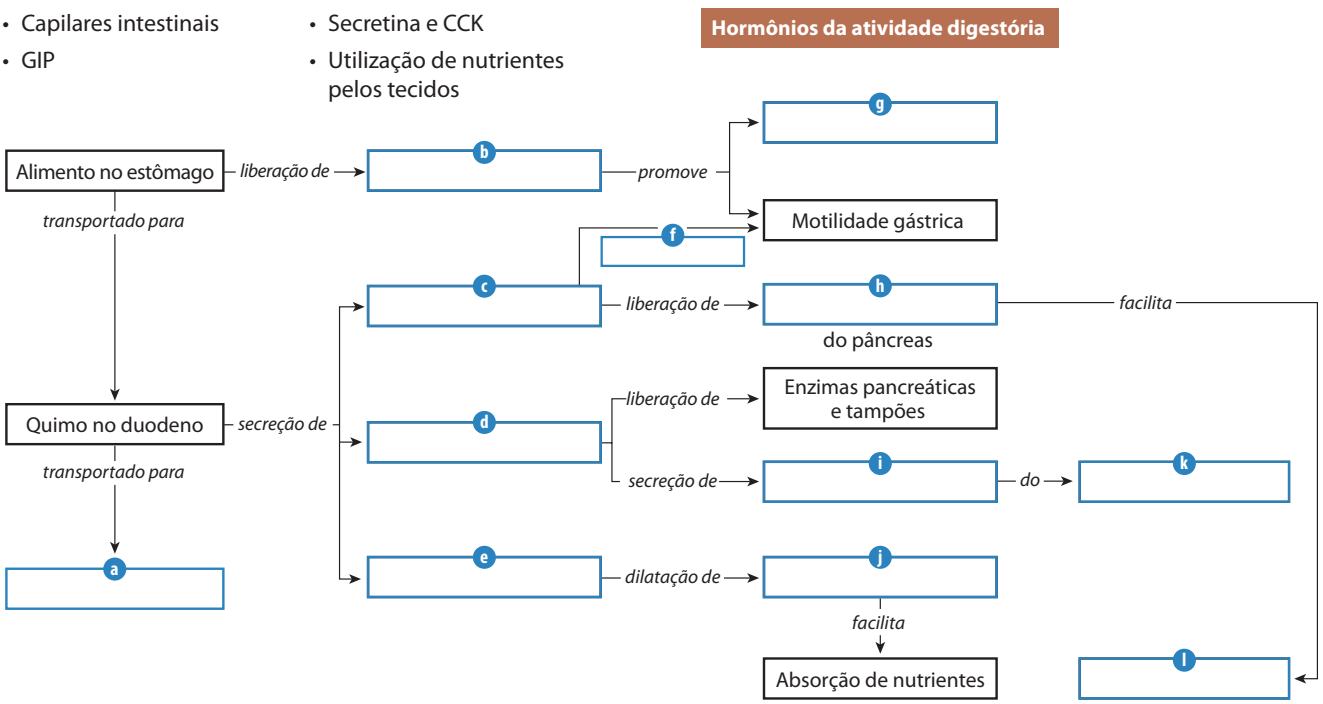
Crie legendas para as estruturas de um dente típico na figura a seguir.



2. Mapa conceitual

Usando os termos a seguir, preencha os retângulos em branco para completar os hormônios do mapa conceitual da atividade digestória.

- Produção de ácido
- Gastrina
- VIP
- Insulina
- Capilares intestinais
- GIP
- Material no jejuno
- Vesícula biliar
- Bile
- Inibe
- Secretina e CCK
- Utilização de nutrientes pelos tecidos



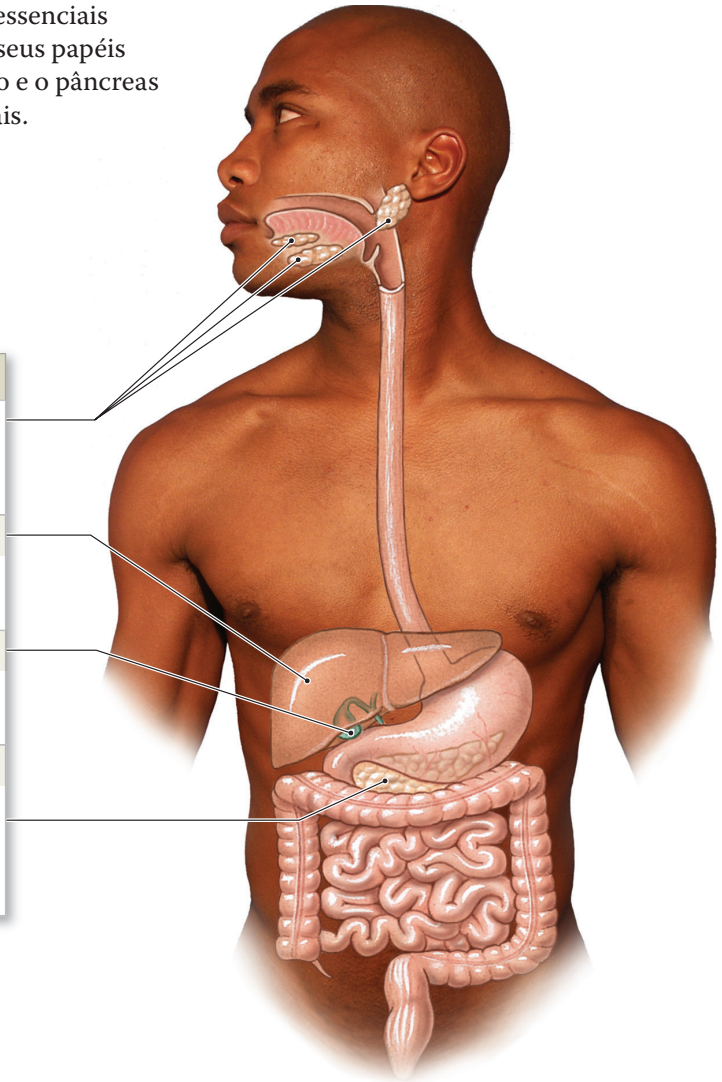
3. Resposta objetiva

Descreva resumidamente as semelhanças e as diferenças entre as células parietais e as células principais na parede do estômago.

Órgãos digestórios acessórios

Os principais órgãos digestórios acessórios são as glândulas salivares, o fígado, a vesícula biliar e o pâncreas. As glândulas salivares e o pâncreas produzem e armazenam enzimas e tampões que são essenciais para a função digestória normal. Além de seus papéis na digestão, as glândulas salivares, o fígado e o pâncreas têm funções metabólicas e endócrinas vitais.

Órgãos digestórios acessórios
Glândulas salivares
Três pares de glândulas salivares produzem saliva que contém mucinas e enzimas.
Fígado
O fígado tem quase 200 funções conhecidas. A tabela a seguir apresenta as mais importantes.
Vesícula biliar
A vesícula biliar armazena e concentra a bile secretada pelo fígado.
Pâncreas
As células exócrinas secretam tampões e enzimas digestórias. As células endócrinas secretam insulina e glucagon, hormônios introduzidos no Módulo 10.8.



Funções digestórias e metabólicas do fígado

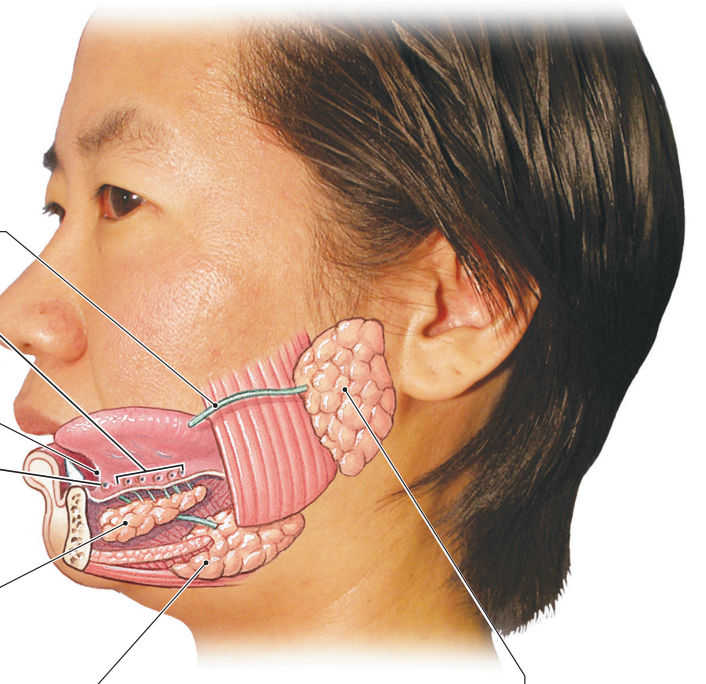
- Sintetizar e secretar bile
- Armazenar glicogênio e lipídios
- Manter as concentrações normais de glicose, aminoácidos e ácidos graxos na corrente sanguínea
- Sintetizar e converter os tipos de nutrientes (por exemplo, converter carboidratos em lipídios)
- Sintetizar e liberar colesterol ligado às proteínas de transporte
- Inativar toxinas
- Armazenar ferro
- Armazenar vitaminas lipossolúveis

Outras funções importantes

- Sintetizar proteínas plasmáticas
- Sintetizar fatores de coagulação
- Destruir eritrócitos danificados por meio da fagocitose (pelas células de Kupfer)
- Armazenar sangue
- Absorver e degradar hormônios circulantes e imunoglobulinas
- Absorver e inativar drogas lipossolúveis

As secreções de três pares de glândulas salivares produzem saliva

1 Três pares de glândulas salivares secretam na cavidade oral. Cada par possui uma organização celular que o diferencia e produz saliva com propriedades ligeiramente diferentes. Qualquer objeto na boca pode desencadear um **reflexo salivar** controlado pela divisão parassimpática do SNA. Esse reflexo acelera a secreção por todas as glândulas salivares, produzindo grande quantidade de saliva.



Glândulas salivares		
As **glândulas salivares sublinguais** secretam muco que age como um tampão ou lubrificante.	As **glândulas salivares submandibulares** secretam uma mistura de tampões, muco e **amilase salivar**, uma enzima que decompõe amido (carboidrato complexo). As células glandulares também transportam anticorpos para a saliva, a fim de proteger contra os patógenos existentes nos alimentos.	As grandes **glândulas salivares parótidas** secretam saliva contendo grande quantidade de amilase salivar. As secreções de cada glândula parótida drenam no **ducto parotídeo** que se abre no vestíbulo da boca, no nível do segundo molar superior.

O fluxo permanente de saliva lava as superfícies orais, ajudando a mantê-las limpas. Os tampões na saliva mantêm o pH da boca próximo de 7 e impedem o acúmulo de ácidos produzidos pelas bactérias. Além disso, a saliva contém anticorpos que ajudam a controlar as populações das bactérias orais.

Revisão do Módulo 15.13

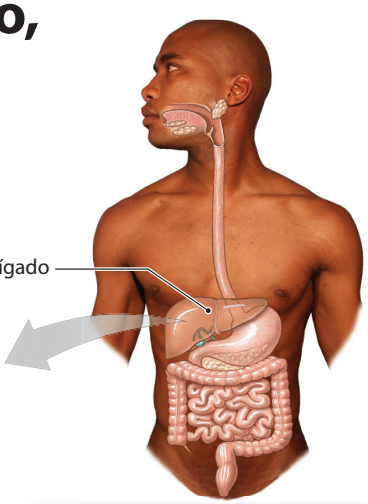
a. Cite os nomes de três pares de glândulas salivares e descreva as suas secreções.

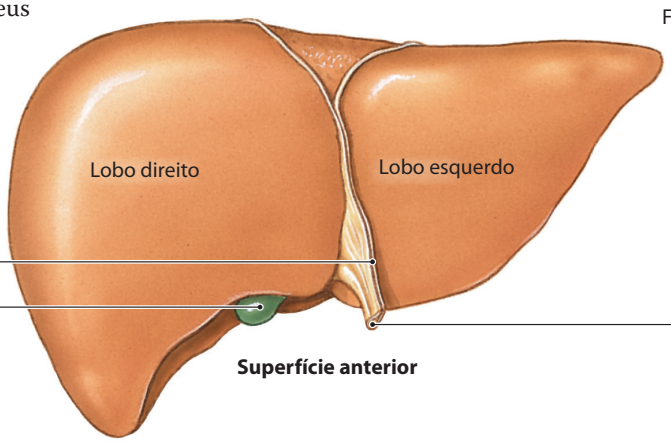
b. Mencione várias funções da saliva.

c. Se as glândulas salivares parótidas fossem danificadas, a digestão de qual nutriente seria afetada?

O fígado, o maior órgão visceral do corpo, é dividido nos lobos esquerdo, direito, caudado e quadrado

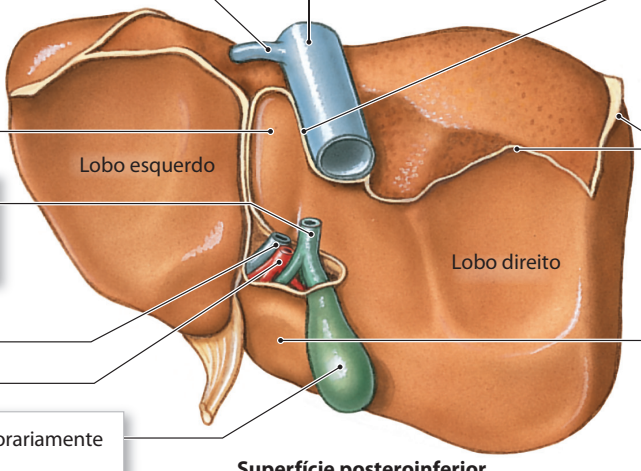
1 O **fígado**, o maior órgão visceral, pesa aproximadamente 1,5 kg. Essas visualizações anterior e posteroinferior da superfície hepática exibem seus quatro lobos (direito, esquerdo, caudado e quadrado) e seus principais pontos de referência anatômicos. A tabela na página 547 resume algumas das funções do fígado.





Superfície anterior

Um espessamento na margem inferior do ligamento falciforme é o **ligamento redondo**, uma faixa fibrosa que marca o trajeto da veia umbilical fetal.



Na superfície posterior do fígado, o sulco da veia cava inferior marca a divisão entre o lobo direito e o pequeno **lobo caudado**.

Ligamento coronário do fígado

O **ducto colédoco** transporta a bile do fígado e da vesícula biliar para o duodeno.

Anterior ao lobo caudado situa-se o **lobo quadrado**, entre o lobo esquerdo e a vesícula biliar.

A vesícula biliar armazena temporariamente a bile produzida pelo fígado.

Superfície posteroinferior

O sangue rico em nutrientes, proveniente do sistema digestório, entra no fígado pela veia porta. Normalmente, as pressões no sistema hepatoportal são baixas, em média de 10 mm Hg ou menos. As infecções hepáticas e as condições, como o alcoolismo, podem causar alterações degenerativas no fígado que interferem no fluxo sanguíneo normal. Se o fluxo sanguíneo através do fígado ficar restrito, a pressão no sistema hepatoportal aumenta acentuadamente, acarretando **hipertensão portal**. À medida que a pressão sobe, as pequenas veias e os capilares no sistema portal ficam distendidos. Caso venham a se romper, pode ocorrer grande sangramento. A hipertensão portal também pode causar acúmulo de fluido na cavidade peritoneal através das superfícies serosas do fígado e vísceras, produzindo ascite.

Revisão do Módulo 15.14

a. Cite os nomes dos lobos do fígado.

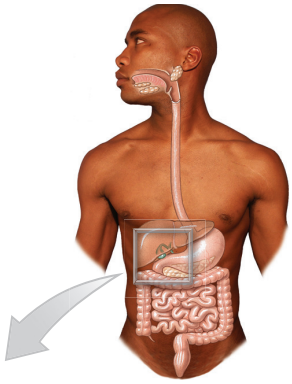
b. Qual estrutura marca a divisão entre os lobos esquerdo e direito do fígado?

c. Explique porquê as mudanças degenerativas no fígado podem provocar grande sangramento.

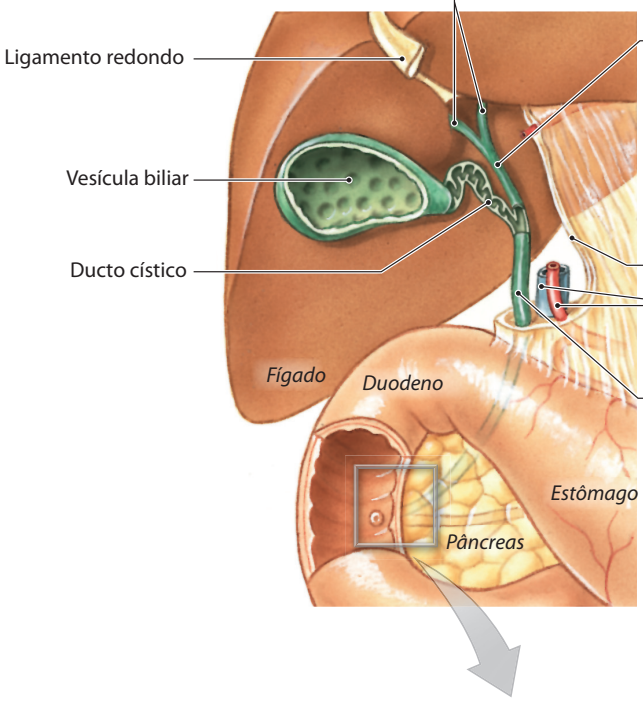
A vesícula biliar armazena e concentra bile...

A **vesícula biliar** é um orgão oco em forma de pera, que armazena e concentra a bile antes de sua excreção no intestino delgado. Essa bolsa muscular está situada em uma fossa na superfície inferior do lobo hepático direito.

1 Nesta imagem, o fígado foi rebatido para cima a fim de expor a vesícula biliar e seus ductos associados.



Os **ductos hepáticos direito** e **esquerdo** recolhem a bile de todos os ductos biliares dos lobos hepáticos.



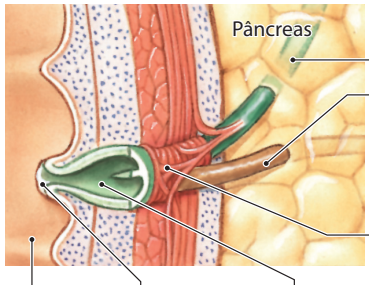
Os ductos hepáticos se unem e formam o **ducto hepático comum**. A bile no ducto hepático comum escoa para o ducto colédoco ou entra no **ducto cístico**, que leva à vesícula biliar.

Ressecção parcial do omento menor, para expor as estruturas

Veia porta e artéria hepática própria

O ducto hepático comum e o ducto cístico se unem e formam o ducto colédoco. O **ducto colédoco** se abre no duodeno.

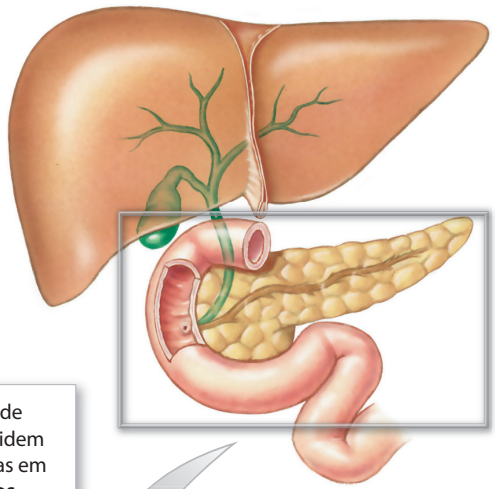
2 O ducto colédoco passa no interior do omento menor, segue na direção do estômago, vira e penetra a parede do duodeno. No duodeno ele encontra o ducto pancreático e juntos formam a **ampola hepatopancreática**, uma ampola comum aos dois ductos, que se abre na **papila maior do duodeno** projetada no lúmen intestinal.



Um **esfíncter hepatopancreático** muscular circunda o ducto colédoco, o ducto pancreático e a ampola hepatopancreática. A tensão em repouso no esfíncter evita que a bile escoe para o duodeno, exceto na hora das refeições.

... e o pâncreas tem funções endócrinas e exócrinas vitais

O **pâncreas** situa-se posteriormente ao estômago, estendendo-se lateralmente do duodeno para o baço. (Consideramos as funções endócrinas do pâncreas no Capítulo 10.)



3 O pâncreas situa-se dentro da alça formada pelo duodeno à medida que ele sai do piloro.

O grande **ducto pancreático** leva secreções exócrinas para o duodeno. As células epiteliais que revestem o ducto e seus tributários menores secretam água e íons que se misturam com as secreções das células glandulares exócrinas, formando um **suco pancreático** aquoso.

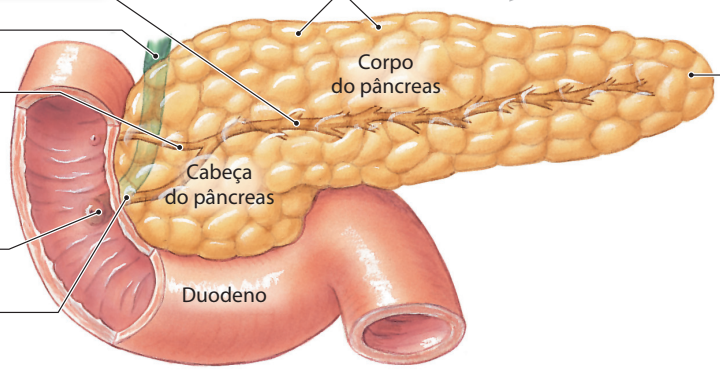
Septos incompletos de tecido conectivo dividem o interior do pâncreas em **lóbulos pancreáticos**.

Ducto colédoco

Em 3%-10% da população, um pequeno **ducto pancreático acessório** ramifica-se do ducto pancreático e desemboca separadamente no duodeno.

Papila maior do duodeno

O ducto pancreático encontra o ducto colédoco na entrada para a ampola hepatopancreática.



4 Todos os dias, o pâncreas secreta aproximadamente 1.000 ml de suco pancreático contendo uma série de enzimas e uma solução tampão aquosa. Esta tabela introduz as enzimas pancreáticas primárias produzidas. Discutiremos suas funções no próximo capítulo.

Principais enzimas pancreáticas

- A **alfa-amilase pancreática** é uma carboidrase – uma enzima que decompõe certos amidos. A alfa-amilase pancreática é quase idêntica à amilase salivar.
- A **lipase pancreática** decompõe lipídios, liberando produtos (como os ácidos graxos) que podem ser facilmente absorvidos.
- As **nucleases** decompõem RNA ou DNA.
- As **enzimas proteolíticas** quebram as proteínas. São secretadas como proenzimas inativas para proteger o pâncreas contra a ação de suas próprias enzimas. As proenzimas se tornam ativas uma vez que entram no lúmen duodenal. As enzimas ativas incluem tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidase e elastase. Juntas, quebram as proteínas e as transformam em uma mistura de tripeptídeos, dipeptídeos e aminoácidos.

Revisão do Módulo 15.15

a. Acompanhe o trajeto de uma gota de bile dos ductos hepáticos até o lúmen duodenal.

b. Descreva o suco pancreático.

c. Cite os nomes das principais enzimas pancreáticas e suas funções primárias.

Os transtornos do sistema digestório são diversos e relativamente comuns

Cavidade oral

A **doença periodontal**, a causa mais comum da perda de dentes, ocorre quando se forma uma placa bacteriana entre as gengivas e os dentes. A atividade bacteriana pode causar **gengivite** (exibida aqui), cáries dentárias e, por fim, a ruptura do ligamento periodontal e do osso circundante.

Doença periodontal

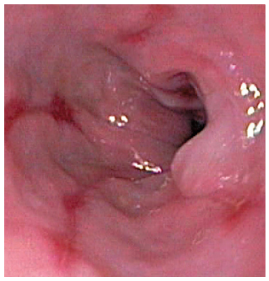
Glândulas salivares

O **vírus da caxumba** (paramixovírus) provoca **caxumba**, uma infecção das glândulas salivares. A infecção ocorre com mais frequência na glândula salivar parótida, como se pode ver aqui, mas também infecta outras glândulas salivares e órgãos, incluindo as gônadas e as meninges. A infecção se dá normalmente dos 5 aos 9 anos de idade. Nos pós-adolescentes, o vírus da caxumba que infectar os testículos pode causar esterilidade. Existe uma vacina eficaz para a caxumba, normalmente combinada com as vacinas do sarampo e da rubéola, formando a vacina MMR, que é administrada nos bebês após os 15 meses de idade.

Caxumba na glândula parótida

Esôfago

A **esofagite** é uma inflamação do esôfago. Essa condição bastante dolorosa, que pode ser observada nesta visualização endoscópica (imagem interna utilizando um instrumento chamado endoscópio) do esôfago, resulta geralmente dos ácidos estomacais que escapam através de um esfíncter esofágico inferior enfraquecido ou permanentemente relaxado. Esse fluxo retrógrado, ou **refluxo gastroesofágico**, é responsável pelos sintomas de azia.

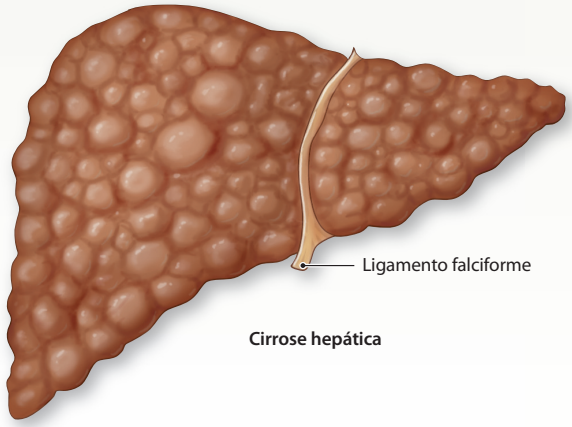


Esofagite vista pela endoscopia

Fígado

Qualquer condição que danifique gravemente o fígado é uma ameaça à vida. A **hepatite**, uma inflamação do fígado, pode ser provocada pelo consumo excessivo de álcool, drogas ou infecção. A **cirrose** é uma forma de hepatite caracterizada pela degeneração das células hepáticas e sua substituição por tecido conectivo fibroso (um processo chamado cicatrização). As células hepáticas sobreviventes se dividem, mas o tecido fibroso impede o restabelecimento da estrutura tecidual normal. Em consequência, há declínio da função hepática e desenvolvimento de uma série de outras complicações.

Existem muitas formas diferentes de hepatite viral, as mais comuns são **hepatite A**, **B** e **C**. Os vírus da hepatite perturbam a função hepática ao atacarem e destruírem as células hepáticas. Um indivíduo infectado pode desenvolver febre alta e o fígado pode ficar inflamado e sensível. Em uma condição chamada **icterícia**, a pele e os olhos desenvolvem uma cor amarelada porque a bilirrubina normalmente excretada na bile acumula nos fluidos corporais.



Cirrose hepática

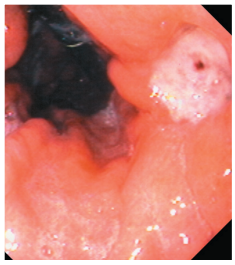
Vesícula biliar

Se a bile ficar concentrada demais, formam-se cristais de minerais insolúveis e sais chamados **cálculos biliares**. Os cálculos biliares pequenos não são um problema, caso possam ser eliminados pelo ducto biliar e excretados. Na **colecistite**, os cálculos biliares são tão grandes que danificam a parede da vesícula biliar ou bloqueiam o ducto cístico ou o ducto colédoco. Nesse caso, pode ser preciso remover a vesícula biliar numa cirurgia de urgência. Essa remoção não prejudica gravemente a digestão, pois a produção de bile continua em níveis normais.

Cálculos biliares

Estômago

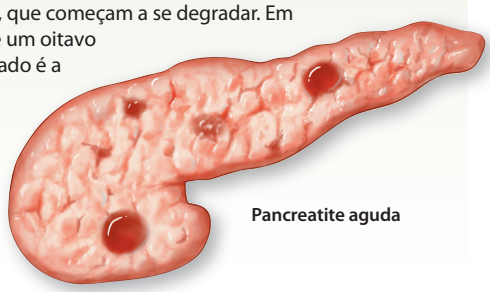
A inflamação da membrana mucosa que reveste o estômago se chama **gastrite**. Essa condição pode se desenvolver após a ingestão de drogas, incluindo aspirina e álcool. Pode aparecer após estresse emocional ou físico grave, infecção bacteriana da parede gástrica ou ingestão de substâncias químicas fortes. A gastrite pode provocar úlceras. A **úlcera péptica** se desenvolve quando as enzimas gástricas e os ácidos erodem a parede estomacal ou o revestimento duodenal. A **úlcera gástrica** está situada no estômago e a **úlcera duodenal** está situada no duodeno. A infecção pela bactéria *Helicobacter pylori* é responsável por mais de 80% das úlceras pépticas. O tratamento das úlceras envolve a administração de fármacos, como a **cimetidina**, que inibem a produção de ácido pelas glândulas gástricas, combinados com antibióticos, caso a *Helicobacter pylori* esteja presente.



Úlcera gástrica

Pâncreas

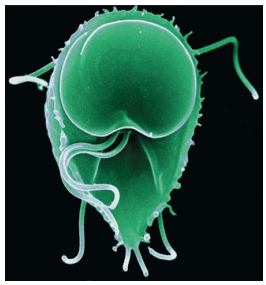
Pancreatite é uma inflamação do pâncreas. As causas da pancreatite incluem cálculos biliares que bloqueiam os ductos excretores, infecções virais e substâncias tóxicas, como o álcool. Qualquer um desses estímulos pode lesionar as células exócrinas em uma parte do órgão. Depois, os lisossomos ativam as enzimas digestórias dentro das células, que começam a se degradar. Em aproximadamente um oitavo dos casos, o resultado é a morte quando o processo não para e as enzimas lisossômicas liberadas destroem o pâncreas.



Pancreatite aguda

Intestino delgado

Enterite é a inflamação do intestino (geralmente aplicada ao intestino delgado). A enterite costuma provocar evacuações aquosas, ou **diarreia**. A causa da diarreia decorrente de enterite é o protozoário *Giardia lamblia* (exibido aqui). A **disenteria** é uma inflamação do intestino delgado e do grosso que geralmente produz diarreia contendo sangue e muco. **Gastroenterite** é a inflamação do estômago e dos intestinos decorrente de infecção bacteriana, viral, por protozoário ou parasita. A maioria dessas condições é prevalente nas áreas com saneamento básico insuficiente e com baixa qualidade da água.

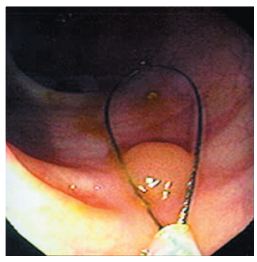


Giardia lamblia MEV × 4.000

Intestino grosso

Colite é um termo genérico que se refere à inflamação do cólon, envolvendo frequentemente diarreia ou obstipação. A diarreia resulta da incapacidade do revestimento do colo de reabsorver quantidades normais de água ou quando fluido demais entra no colo e a capacidade de reabsorção de água é ultrapassada. A **obstipação** é a evacuação (ou defecação) infrequente, envolvendo geralmente fezes secas e duras. Ocorre quando o material fecal se move pelo colo de maneira tão lenta que a água é excessivamente reabsorvida.

Anualmente, cerca de 152 mil novos casos de **câncer colorretal** são diagnosticados nos Estados Unidos, resultando em 57 mil mortes em decorrência dessa condição. Mais comuns entre as pessoas com mais de 50 anos de idade, os fatores de risco do câncer colorretal incluem uma dieta rica em gordura animal e com baixo teor de fibras e uma série de doenças hereditárias que promovem a formação de tumores epiteliais ao longo dos intestinos. A maioria dos cânceres colorretais começa como pequenos tumores localizados, ou **pólipos**, que crescem a partir da mucosa que reveste a parede intestinal. O prognóstico melhorará radicalmente se os pólipos cancerosos forem removidos antes de acontecer metástase.



Pólipo no colo visto na colonoscopia

Revisão do Módulo 15.16

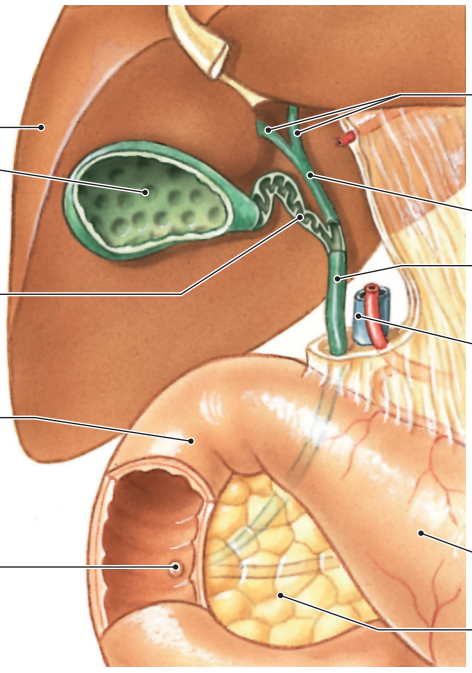
a. Descreva doença periodontal.

b. Descreva colecistite.

c. Qual bactéria é a responsável pela grande maioria das úlceras pépticas?

1. Criando legendas

Crie legendas para cada uma das estruturas anatômicas no diagrama a seguir.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência entre cada um dos seguintes termos e a descrição mais adequada.

- Saliva
- Suco pancreático
- Cálculos biliares
- Hipertensão portal
- Lipase pancreática
- Fígado
- Amido
- Insulina
- Esfíncter hepatopancreático
- Reflexo salivar
- Vesícula biliar
- Caxumba
- Ducto colédoco
- Úlcera péptica

a _____ Substrato da alfa-amilase pancreática

b _____ Regula o fluxo biliar para o duodeno

c _____ Drena o fígado e a vesícula biliar

d _____ Contém anticorpos que reduzem as populações bacterianas

e _____ Infecção viral das glândulas salivares

f _____ Condição causada por dano epitelial ao estômago ou os intestinos provocado por ácidos

g _____ Condição resultante da restrição do fluxo sanguíneo através do fígado

h _____ Enzima pancreática que decompõe lipídios complexos

i _____ Órgão que sintetiza e secreta bile

j _____ Secreção endócrina produzida pelo pâncreas

k _____ Secreção exócrina produzida pelo pâncreas

l _____ Estimulada por qualquer objeto na boca

m _____ Órgão que armazena bile

n _____ Causa a colecistite

3. Resposta objetiva

Descreva os papéis benéficos da saliva. _____

_____

4. Integração de seções

Preveja as consequências de um tumor bloqueando a ampola hepatopancreática. _____

_____

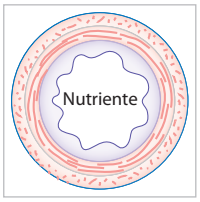
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo, utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Organização geral do sistema digestório

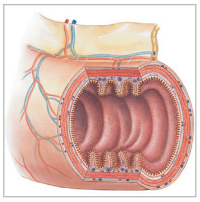
- sistema digestório



15.1

O sistema digestório é um tubo muscular revestido por uma membrana mucosa

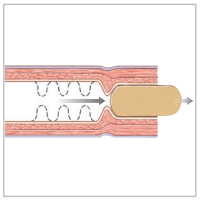
- mesentério
- mucosa
- submucosa
- muscular
- serosa
- ○ glândulas secretórias
- pregas circulares
- vilosidades
- muscular da mucosa
- plexo submucoso
- plexo mioentérico



15.2

As contrações musculares lisas misturam e propulsionam os materiais através do sistema digestório

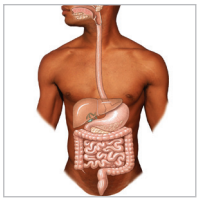
- bolo alimentar
- peristalse
- segmentação



SEÇÃO 2

Sistema digestório

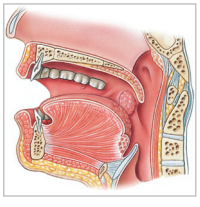
- ○ cavidade oral, dentes, língua
- ○ faringe
- ○ esôfago
- ○ estômago
- ○ intestino delgado
- ○ intestino grosso
- ingestão
- processamento mecânico
- digestão
- secreção
- absorção
- compactação
- fezes
- defecação



15.3

A cavidade oral contém a língua, as glândulas salivares menores e os dentes, recebendo saliva das glândulas salivares

- cavidade oral
- mucosa oral
- palato duro
- palato mole
- úvula
- raiz (da língua)
- lábios
- bochechas
- corpo (da língua)
- vestíbulo
- frênulo lingual
- arcos
- língua
- lipase lingual
- gengivas
- mastigação

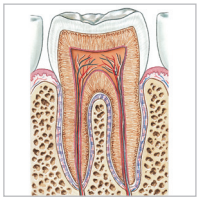


• = *Termos em negrito neste módulo.*

15.4

Os dentes nas diferentes regiões da mandíbula variam quanto ao tamanho, à forma e à função

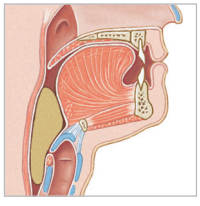
- dentina
- cavidade pulpar
- coroa
- colo
- raiz
- esmalte
- cemento
- ligamento periodontal
- canal radicular
- incisivos
- caninos
- pré-molares
- molares
- dentes decíduos
- dentição primária
- dentição secundária
- dentes do siso
- cáries
- placa dentária
- gengivite



15.5

As paredes musculares da faringe e do esôfago têm papel fundamental na deglutição

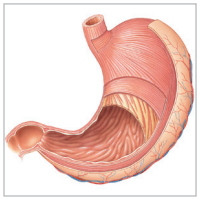
- faringe
- esôfago
- adventícia
- deglutição
- fase oral
- fase faríngea
- fase esofágica
- ondas peristálticas secundárias
- hiato esofágico
- esfíncter esofágico inferior



15.6

O estômago é um órgão muscular, expansível e em forma de J que possui três camadas em sua camada muscular

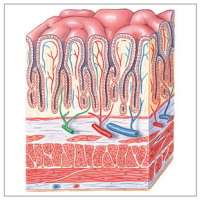
- quimo
- curvatura menor
- curvatura maior
- fundo
- cárdia
- corpo
- piloro
- antro pilórico
- canal pilórico
- esfíncter pilórico
- pregas gástricas



15.7

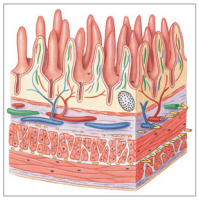
O estômago decompõe os nutrientes orgânicos presentes no alimento

- ○ mucosa
- ○ submucosa
- ○ muscular
- ○ serosa
- glândulas gástricas
- suco gástrico
- fossetas gástricas
- células parietais
- fator intrínseco
- células enteroendócrinas
- células principais
- pepsinogênio
- pepsina
- renina
- lipase gástrica



15.8

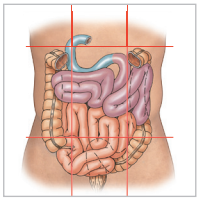
O intestino é especializado na absorção de nutrientes



- pregas circulares
- vilosidades intestinais
- glândulas intestinais
- ducto lácteo
- borda em escova

15.9

O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo



- duodeno
- jejuno
- íleo
- valva ileocecal

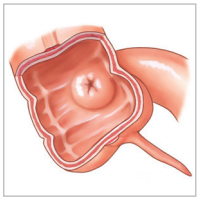
15.10

Cinco hormônios estão envolvidos na regulação das atividades digestórias

- gastrina
- secretina
- peptídeo inibidor gástrico (GIP)
- colecistoquinina (CCK)
- peptídeo intestinal vasoativo (VIP)

15.11

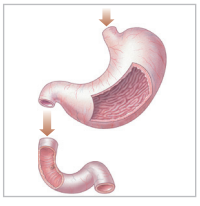
O intestino grosso armazena e concentra material fecal



- intestino grosso
- ceco
- compactação
- valva ileocecal
- apêndice
- apendicite
- colo ascendente
- flexura cólica direita
- colo
- colo transverso
- flexura cólica esquerda
- apêndices adiposos
- colo descendente
- flexura sigmoide
- tênias do colo
- haustras
- colo sigmoide
- reto
- hemorroidas
- movimentos de massa

15.12

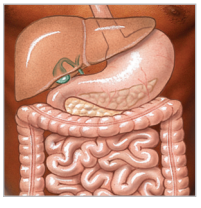
Os reflexos neurais e hormônios trabalham juntos para controlar as atividades digestórias



- gastrina
- reflexo enterogástrico
- reflexo de defecação

SEÇÃO 3

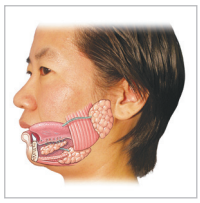
Órgãos digestórios acessórios



- glândulas salivares
- fígado
- vesícula biliar
- pâncreas

15.13

As secreções de três pares de glândulas salivares produzem saliva



- reflexo salivar
- ductos sublinguais
- ducto submandibular
- glândulas salivares sublinguais
- glândulas salivares submandibulares
- amilase salivar
- glândulas salivares parótidas
- ducto parotídeo

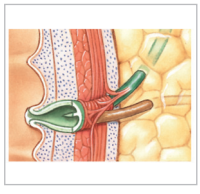
15.14

O fígado, o maior órgão visceral do corpo, é dividido nos lobos esquerdo, direito, caudado e quadrado

- fígado
- ligamento redondo
- lobo direito
- lobo esquerdo
- lobo caudado
- lobo quadrado
- ducto colédoco
- vesícula biliar
- hipertensão portal

15.15

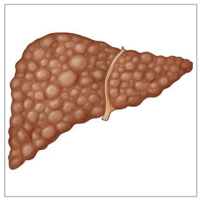
A vesícula biliar armazena e concentra bile e o pâncreas tem funções endócrinas e exócrinas vitais



- vesícula biliar
- ductos hepáticos direito e esquerdo
- ducto hepático comum
- ducto cístico
- ducto colédoco
- ampola hepatopancreática
- papila maior do duodeno
- esfíncter hepatopancreático
- pâncreas
- ducto pancreático
- suco pancreático
- lóbulos pancreáticos
- ducto pancreático acessório
- alfa-amilase pancreática
- lipase pancreática
- nucleases
- enzimas proteolíticas

15.16

Os transtornos do sistema digestório são diversos e relativamente comuns



- doença periodontal
- gengivite
- vírus da caxumba
- caxumba
- esofagite
- refluxo gastroesofágico
- hepatite
- cirrose
- hepatite A, B e C
- icterícia
- cálculos biliares
- colecistite
- gastrite
- úlcera péptica
- úlcera gástrica
- úlcera duodenal
- cimetidina
- pancreatite
- enterite
- diarreia
- disenteria
- gastroenterite
- colite
- obstipação
- câncer colorretal
- pólipos

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Dentista

A PROFISSÃO

A Odontologia dedica-se a estudar e tratar a boca, os dentes e os ossos da face. Promove, ao mesmo tempo, a saúde e a estética bucal em seus mais diversos aspectos.

O Conselho Federal de Odontologia reconhece nada menos que 19 especialidades na profissão. Entre as mais difundidas, estão a periodontia (tratamento da gengiva), a ortodontia (correção da posição dos dentes), a endodontia (tratamento de canal), a odontopediatria e a dentística (restauração dentária). O dentista também pode fazer cirurgias e receitar medicamentos aos pacientes.

Saiba mais

Conselho Federal de Odontologia – http://cfo.org.br

Conselho Regional de Odontologia/SP – www.crosp.org.br

Conselho Regional de Odontologia/RJ – www.cro-rj.org.br

Essa carreira é ideal para você? A dentição em bom estado, assim como todo o visual do rosto, é primordial para a saúde e a autoestima de qualquer paciente. E você será um dos maiores promotores desses aspectos, em sinergia com outras profissões da saúde – em especial médicos e fonoaudiólogos.

Formação A grande maioria dos cursos dura cinco anos. Além de Anatomia e Fisiologia, estudam-se as mais diversas disciplinas da área da saúde, como Histologia, Genética, Parasitologia, Imunologia, Microbiologia e Patologia. Desde o início, os conhecimentos teóricos mais gerais são mesclados às disciplinas específicas – Radiologia, Endodontia, Oclusão e Prótese, entre outras –, que abrangem todo o escopo da profissão. A área humanística é preenchida por disciplinas como Antropologia e Sociologia, presentes nas grades de quase todos os cursos. Temas de gestão, como Economia Profissional e Administração Hospitalar, também são comuns.

Ao sair da faculdade, o cirurgião-dentista está apto a atuar como generalista, uma vez que entra em contato com a maioria das especialidades. No entanto, o aprimoramento em alguma delas é essencial para a boa colocação profissional. Os cursos costumam ser ministrados pelas próprias universidades ou por entidades de classe.

Remuneração média Por lei, o piso salarial dos dentistas é equivalente a três salários mínimos, ou seja, R$ 2.172,00 em valores de 2014. Atualmente, um projeto em trâmite na Câmara dos Deputados pretende alterar esse valor para R$ 9.000,00. Para exercer a profissão, o registro no Conselho Regional de seu estado é obrigatório.

Perspectivas profissionais Os melhores caminhos a seguir atualmente não são os consultórios próprios. O mercado está saturado, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste do país, que concentram mais de 70% dos profissionais. Uma especialização em áreas menos difundidas poderá ser um grande diferencial.

Vale a pena investir no setor público, que absorve um grande número de cirurgiões-dentistas em hospitais, unidades básicas e em programas de atenção básica. Concursos sempre são lançados, inclusive em áreas pouco difundidas, como a odontologia legal, que atua desde a identificação de cadáveres até as perícias técnicas.

Fontes consultadas:

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Programa do curso de Odontologia da USP. Disponível em: <www.fo.usp.br>. Acesso em: 19 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 15 – Questões de revisão

1. De que modo o estômago promove e ajuda no processo da digestão?
2. Explique por que alguns pacientes com cálculos biliares desenvolvem pancreatite.
3. Bárbara sofre de doença de Crohn, uma inflamação regional do intestino que se acredita que tenha alguma base genética, embora a causa real continue obscura. Quando a doença se manifesta, ela sofre dores abdominais, perda de peso e anemia. Quais partes do intestino provavelmente estão envolvidas e quais são as causas dos sinais e sintomas de Bárbara?
4. Quais camadas de um molar um cirurgião oral perfuraria durante um tratamento de canal radicular (remoção de nervos, vasos sanguíneos e tecido pulpar em um dente gravemente infectado)?
5. Recentemente, mais pessoas recorreram à cirurgia para ajudar a perder peso. Uma forma de cirurgia para controle de peso envolve o grampeamento cirúrgico de uma parte do estômago, criando um volume menor. Como uma cirurgia desse tipo resultaria em perda de peso?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

16

Metabolismo e bioenergética

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Introdução ao metabolismo celular

16.1 Discutir as etapas básicas no ciclo do ácido cítrico e no sistema de transporte de elétrons.
16.2 Descrever a função da reserva de nutrientes para a energia celular.

SEÇÃO 2 • Digestão e metabolismo de nutrientes

16.3 Resumir o metabolismo dos carboidratos.
16.4 Descrever o modo como os lipídios são transportados e distribuídos.
16.5 Resumir as características principais do metabolismo proteico e o uso das proteínas como fonte de energia.
16.6 Explicar o papel das vitaminas e dos sais minerais nas funções corporais normais.
16.7 Explicar o que constitui uma nutrição adequada e por que uma alimentação balanceada é importante.
16.8 Descrever as funções do centro de saciedade e do centro de alimentação na regulação da ingestão alimentar e discutir anorexia nervosa, bulimia e obesidade.
16.9 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever vários transtornos nutricionais resultantes de nutrição inadequada, problemas bioquímicos ou inanição.

SEÇÃO 3 • Metabolismo e uso da energia

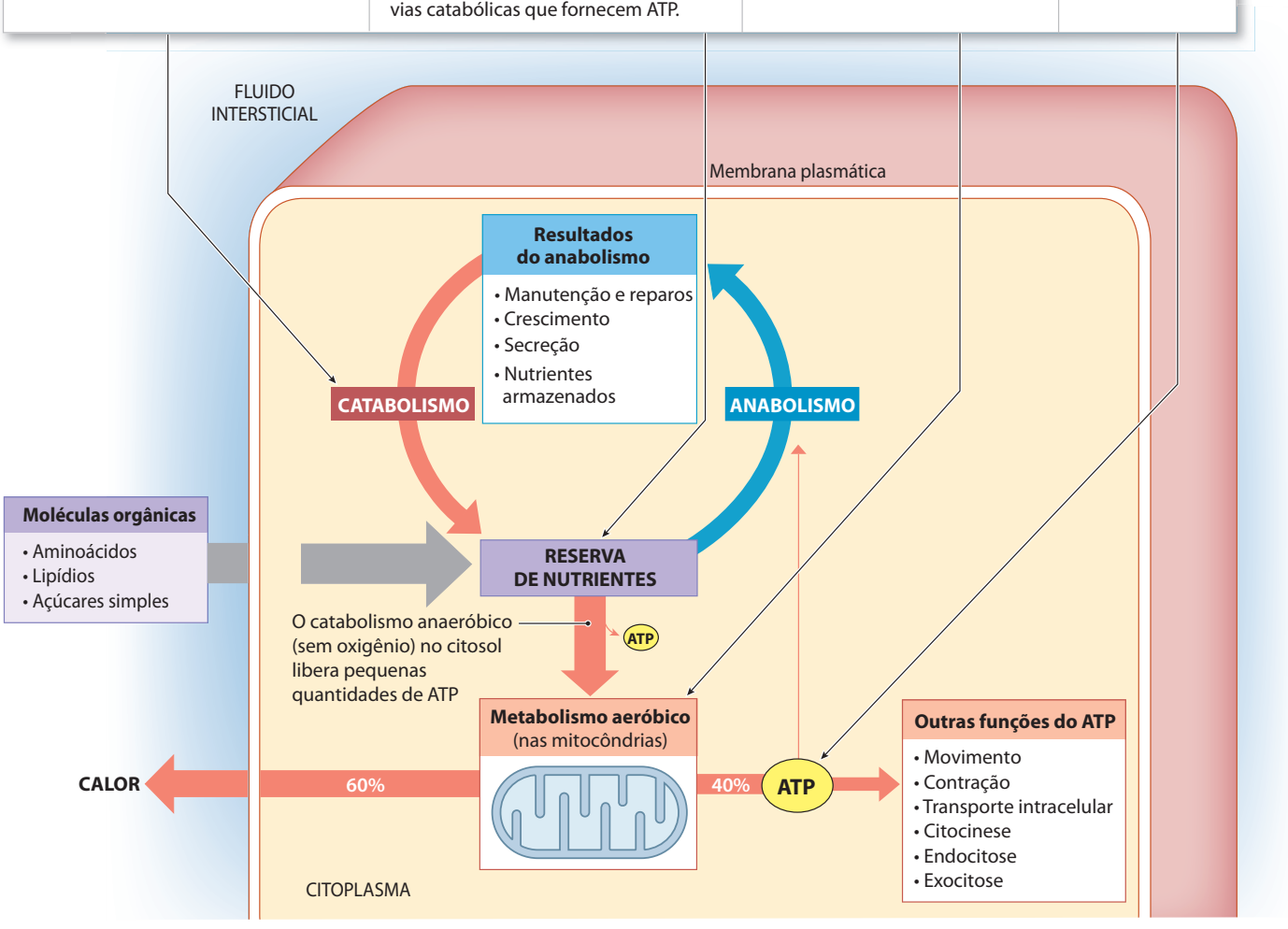
16.10 Discutir os mecanismos envolvidos no ganho e na perda de calor.
16.11 Discutir os mecanismos homeostáticos que mantêm uma temperatura corporal constante.

Introdução ao metabolismo celular

O termo **metabolismo** se refere a todas as reações químicas que ocorrem em um organismo. As reações químicas nas células, conhecidas coletivamente como **metabolismo celular**, fornecem a energia necessária para manter a homeostase e desempenhar funções essenciais. **Catabolismo** é a quebra, degradação ou decomposição das substâncias orgânicas no corpo, enquanto **anabolismo** é a síntese de novas moléculas orgânicas (conforme observamos no Capítulo 2).

Visão geral do metabolismo celular

No processo de **renovação metabólica**, todos os componentes orgânicos de uma célula são degradados e substituídos, exceto o DNA. O catabolismo libera energia na forma de ATP. Todos os componentes orgânicos básicos das células formam uma **reserva de nutrientes**, que pode ser acessada e utilizada para renovação metabólica ou produção de energia.	As células absorvem continuamente moléculas orgânicas dos fluidos intersticiais circundantes, para suplementar as que foram decompostas por meio do catabolismo. Os componentes da reserva de nutrientes podem ser anabolizados (utilizados para produzir novas moléculas orgânicas) ou para produzir ATP. Esta seção trata da origem e do destino da reserva de nutrientes, começando com uma visão global das vias catabólicas que fornecem ATP.	Nas mitocôndrias, o catabolismo libera quantidades significativas de energia. Aproximadamente 40% da energia liberada nessas reações catabólicas podem ser capturados e utilizados para converter ADP em ATP. Os outros 60% são transformados em calor, no interior da célula e transmitidos também para os tecidos circundantes.	As mitocôndrias produzem ATP para anabolismo e outras funções celulares.

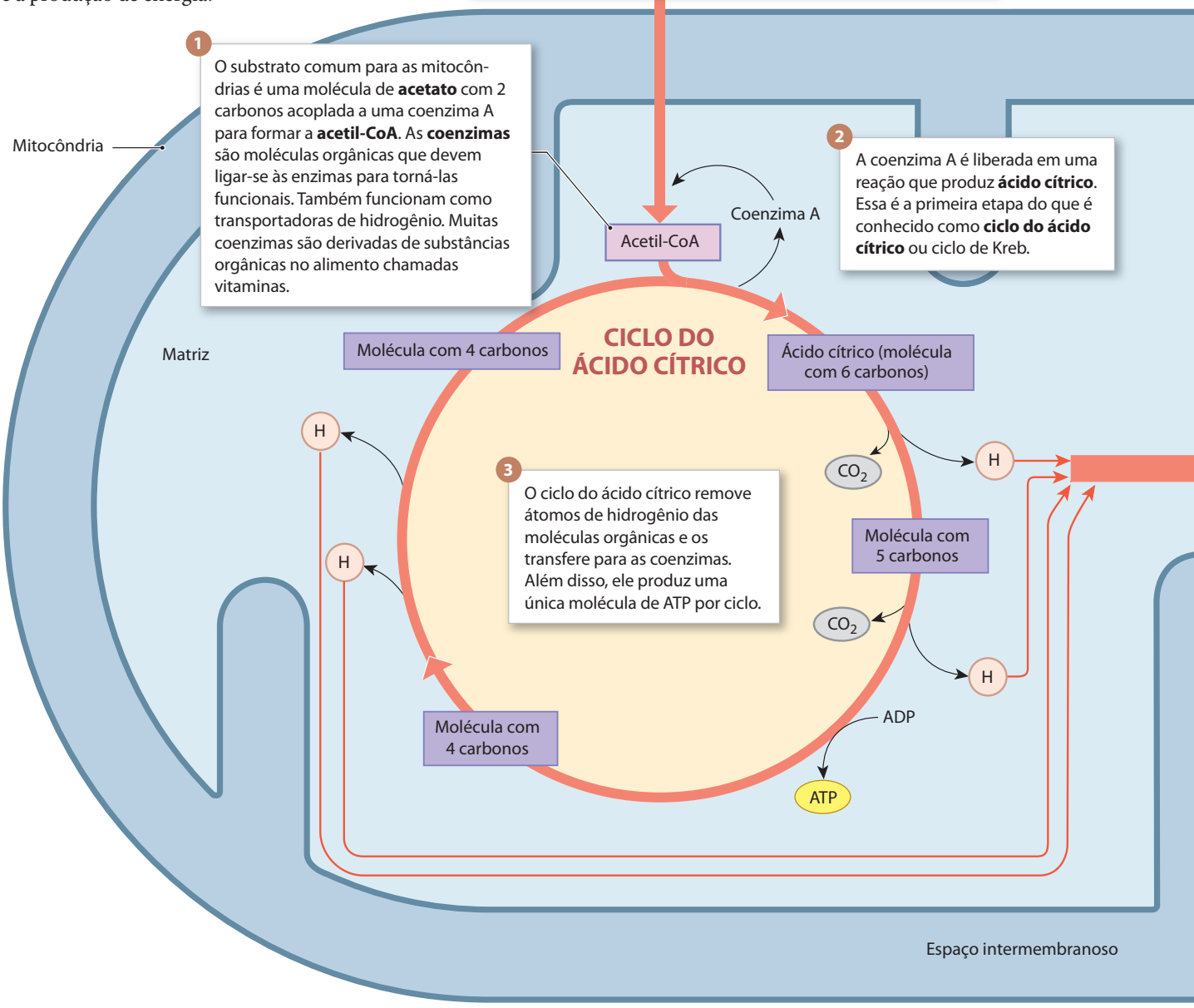


As células obtêm a maior parte do seu ATP do sistema de transporte de elétrons, o qual está ligado ao ciclo do ácido cítrico

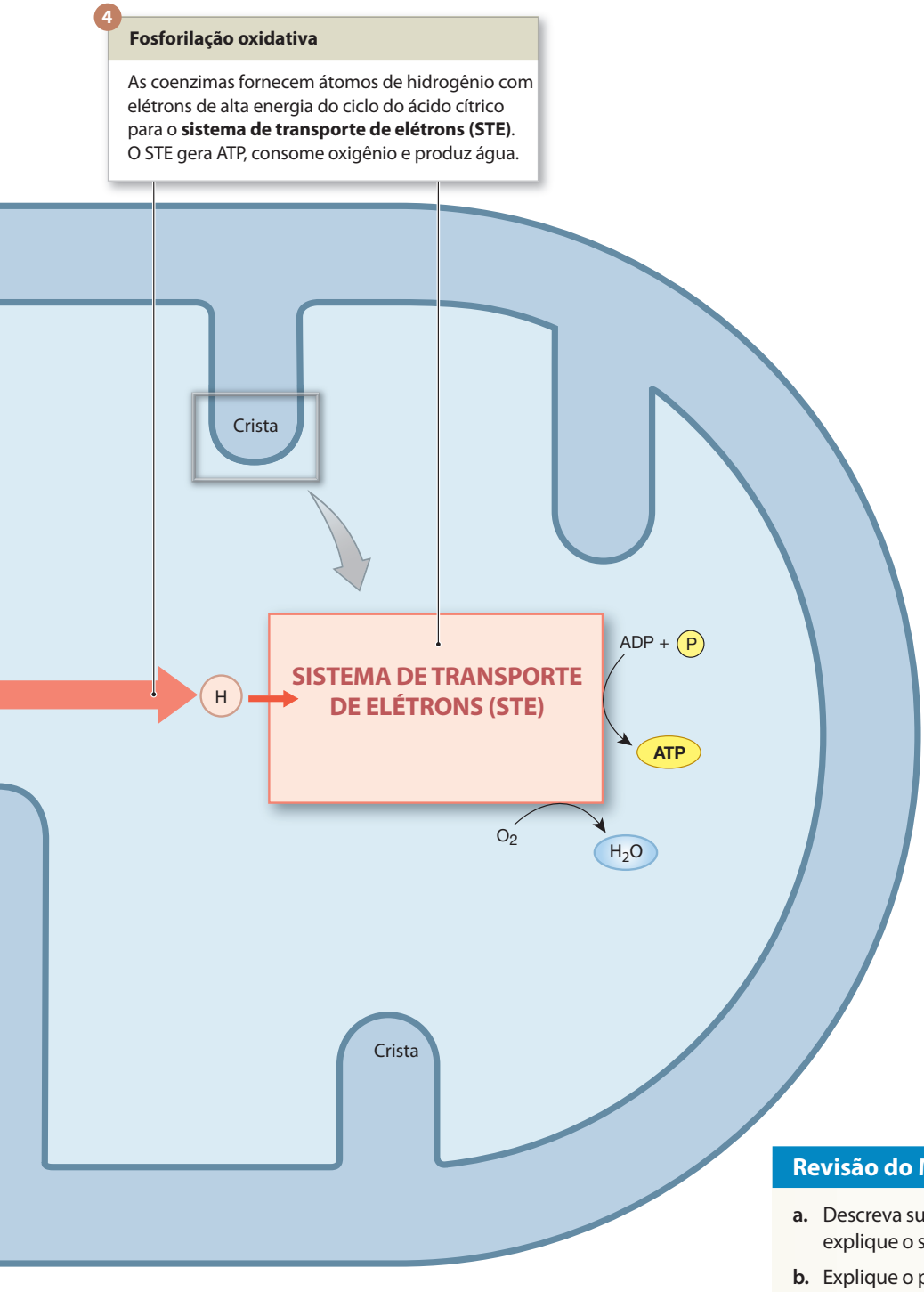
1 As mitocôndrias fornecem quase toda a energia que sustenta as operações celulares. A célula se utiliza da reserva de nutrientes para "alimentar" suas mitocôndrias e, em troca, obtém o ATP de que necessita. No entanto, as mitocôndrias são seletivas: só se alimentam de moléculas orgânicas específicas para o processamento e a produção de energia.

Início

As reações químicas no citoplasma captam componentes orgânicos da reserva de nutrientes e os decompõem em fragmentos menores, que as mitocôndrias são capazes de processar. Uma vez absorvidos pelas mitocôndrias, a origem desses fragmentos é indiferente, ou seja, uma vez absorvidos pelas mitocôndrias, não importa se foram obtidos de um carboidrato, um lipídio ou um aminoácido. Todos eles são decompostos através da via catabólica apresentada aqui.



2 Dentro de cada mitocôndria, os átomos de hidrogênio são utilizados para gerar ATP pelo processo de **fosforilação oxidativa**. O termo *oxidação* refere-se à transferência de elétrons. *Fosforilação* é a conexão de um grupo fosfato de alta energia ao ADP, produzindo ATP. A fosforilação oxidativa requer átomos de H do ciclo do ácido cítrico, coenzimas, moléculas especiais de transferência de elétrons e oxigênio para gerar ATP. Ela envolve a transferência em sequência, para que cada etapa libere uma pequena quantidade de energia, porque a liberação de energia em uma etapa resultaria na destruição da célula. A fosforilação oxidativa produz aproximadamente 95% do ATP utilizado pelas células do corpo.



Apesar da alta eficiência das mitocôndrias, o metabolismo aeróbico depende de oxigênio, porque ele é que será o receptor final dos elétrons transferidos ao longo do STE. Depois de captar os elétrons do STE, o oxigênio une-se aos íons de hidrogênio (prótons) e forma água. Assim, se o suprimento de oxigênio for restrito, a transferência dos elétrons não pode continuar e o STE não se completa. A interrupção do STE, por sua vez, também interrompe o ciclo do ácido cítrico. Se o problema persistir, a célula morrerá por falta de ATP, necessário para sustentar suas funções vitais. Venenos, como o cianeto, impedem o fluxo dos elétrons para o oxigênio. Esse efeito é o mesmo que se observa em consequência da privação de oxigênio.

Revisão do Módulo 16.1

a. Descreva sucintamente o ciclo do ácido cítrico e explique o seu papel no metabolismo intracelular.

b. Explique o papel do STE no metabolismo celular.

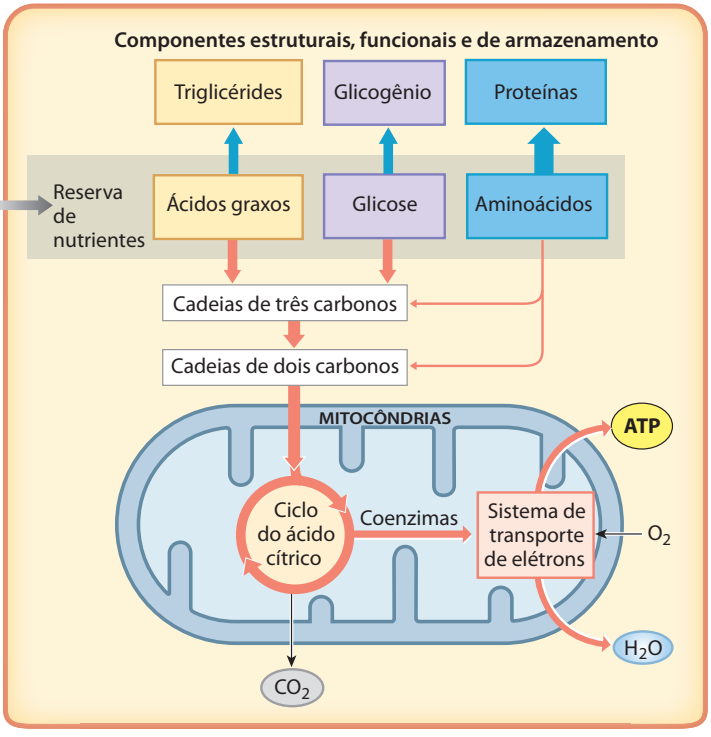
c. Explique a ligação entre o STE e o oxigênio.

As células degradam qualquer substrato disponível proveniente da reserva de nutrientes para obter a energia da qual necessitam

A reserva de nutrientes é a fonte de substrato para o catabolismo e o anabolismo. As células tendem a conservar os materiais necessários para criar novos compostos e degradar o excedente.

1 A reserva de nutrientes é a chave da sobrevivência celular, pois contém os materiais orgânicos necessários para o anabolismo e o catabolismo. As células precisam substituir continuamente membranas, organelas, enzimas e proteínas estruturais, bem como executar suas funções especializadas. Todas essas funções requerem ATP e, portanto, as mitocôndrias precisam de um suprimento contínuo de moléculas de substrato com dois carbonos. No diagrama ao lado, a espessura da seta indica a importância relativa dessa via em uma célula inativa.

A corrente sanguínea distribui os compostos orgânicos para que sejam absorvidos por células em todo o corpo.



LEGENDA

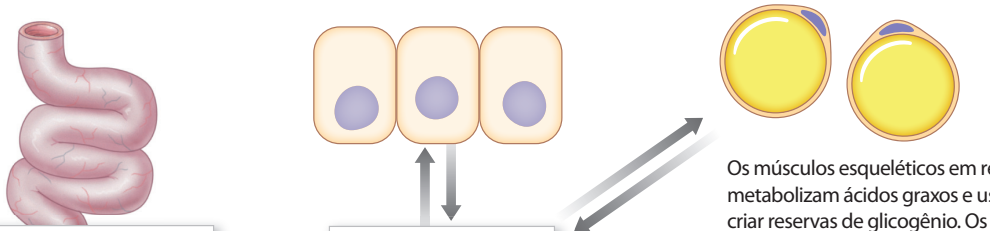
= Via catabólica

= Via anabólica

2 A reserva de nutrientes de cada célula contribui para as reservas metabólicas do corpo como um todo. Quando a absorção através do trato digestório é insuficiente para manter os níveis normais de nutrientes no sangue, o corpo mobiliza essas reservas.

As células hepáticas mantêm reservas de triglicérides e glicogênio. Se a absorção pelo trato digestório não conseguir manter os níveis normais de nutrientes, o fígado decompõe triglicérides e glicogênio e libera os ácidos graxos e a glicose.

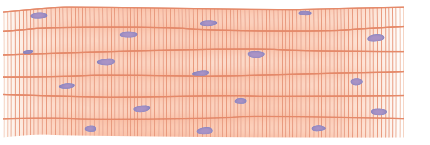
Os adipócitos convertem o excesso de ácidos graxos em triglicérides para serem armazenados. Se a absorção pelo trato digestório e as reservas no fígado não forem suficientes para manter os níveis normais de nutrientes, os adipócitos degradam os triglicérides e liberam os ácidos graxos.

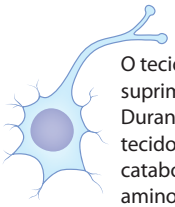


Nutrientes obtidos por meio da digestão e da absorção

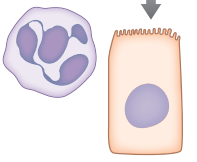
Nutrientes distribuídos no sangue

Os músculos esqueléticos em repouso metabolizam ácidos graxos e usam glicose para criar reservas de glicogênio. Os aminoácidos são utilizados para aumentar o número de miofibrilas. Se o trato digestório, os adipócitos e o fígado estiverem incapacitados de manter os níveis normais de nutrientes, os músculos esqueléticos podem decompor suas proteínas contráteis e liberar aminoácidos na circulação, para que sejam usados por outros tecidos.



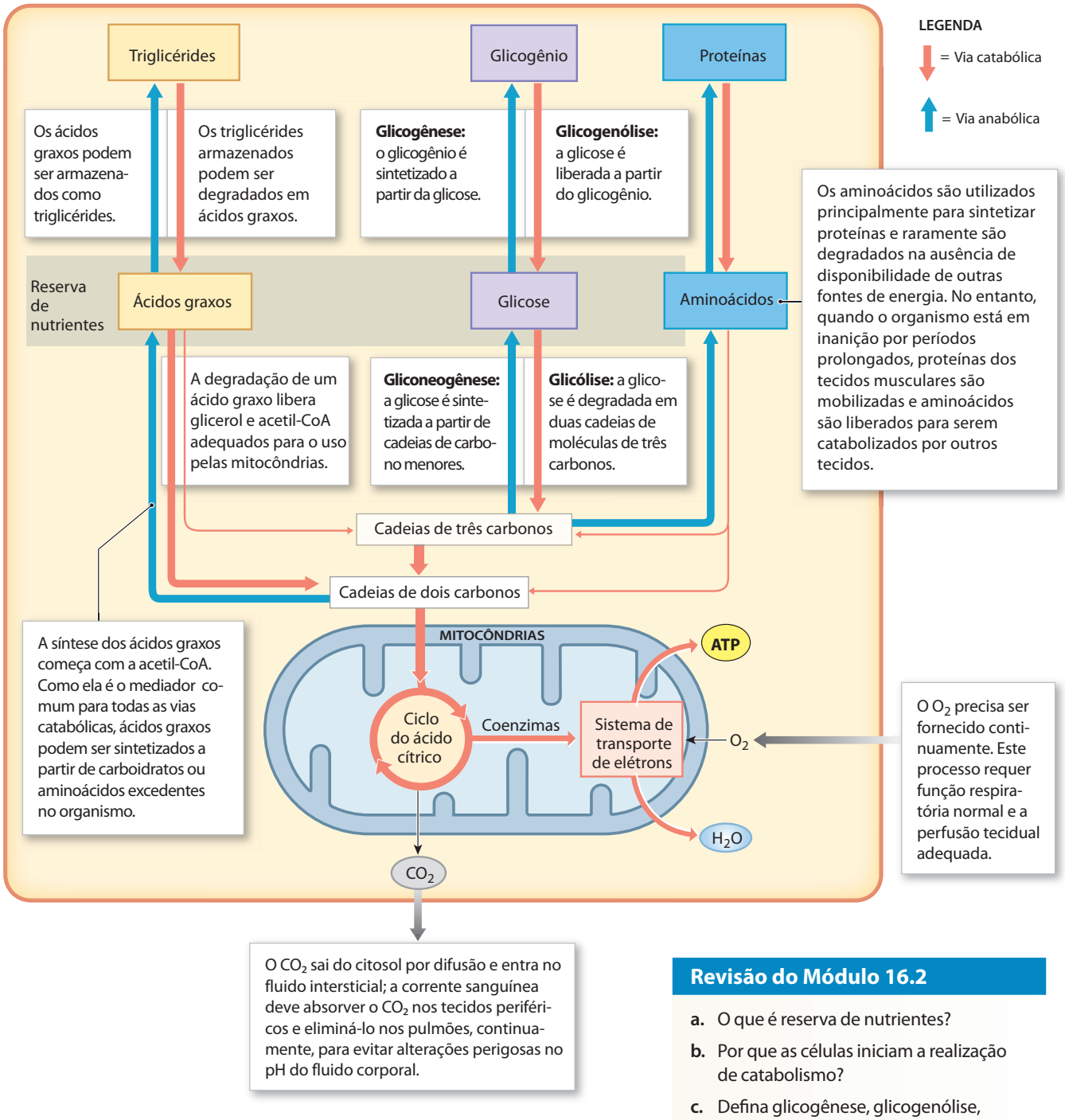


O tecido neural requer um suprimento contínuo de glicose. Durante a inanição, outros tecidos passam a realizar catabolismo de ácidos graxos ou aminoácidos, conservando a glicose para o tecido neural.



As células na maioria dos tecidos absorvem e catabolizam glicose continuamente.

3 Nem a alimentação nem a reserva de nutrientes fornecem tudo o que é necessário para criar toda a proteína, carboidrato e lipídio de que uma célula pode precisar. Com poucas exceções, isso não é um problema, pois a célula também contém as enzimas necessárias para sintetizar as substâncias necessárias, utilizando-se do substrato disponível. O diagrama abaixo resume as vias catabólicas e anabólicas envolvidas.



Revisão do Módulo 16.2

a. O que é reserva de nutrientes?

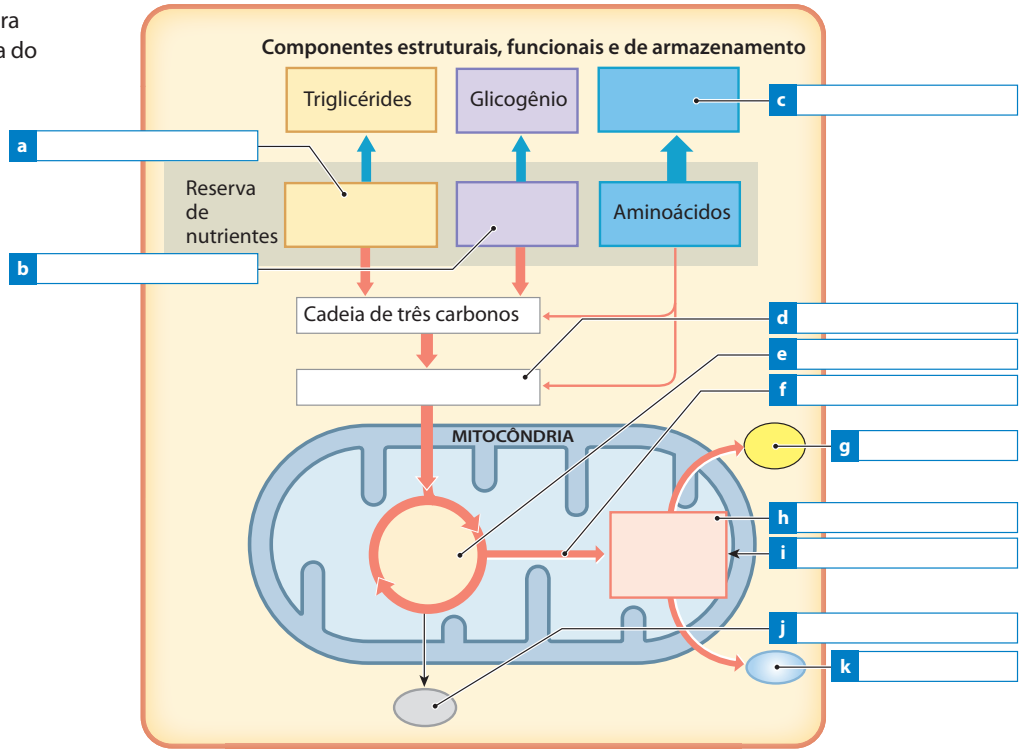
b. Por que as células iniciam a realização de catabolismo?

c. Defina glicogênese, glicogenólise, gliconeogênese e glicólise.

1. Atividade de associação

Utilize os seguintes termos para preencher as lacunas na figura do metabolismo celular à direita.

- Glicose
- Sistema de transporte de elétrons
- O_2
- Ácidos graxos
- Proteínas
- Ciclo do ácido cítrico
- ATP
- CO_2
- H_2O
- Coenzimas
- Cadeias de dois carbonos



2. Resposta objetiva

O tecido neural requer um suprimento permanente de glicose. Para satisfazer essa necessidade durante o jejum ou a inanição, quais mudanças gerais ocorrem no metabolismo celular?

_____

_____

_____

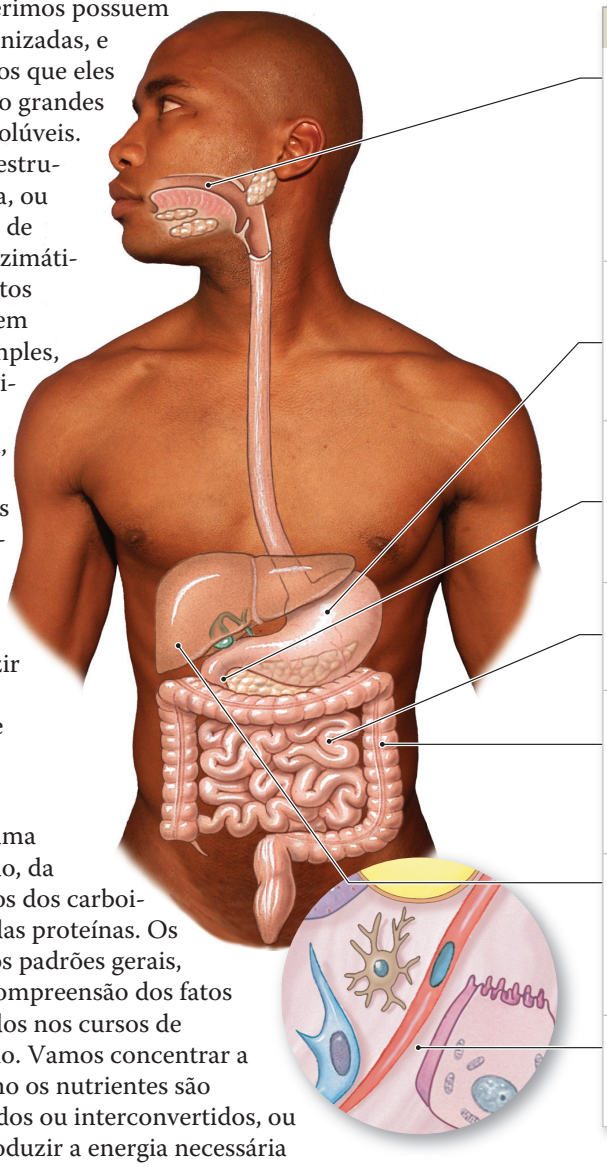
3. Atividade de associação

Faça a correspondência entre os termos à esquerda e o item de correlação mais adequado.

• Coenzimas	a _____	Subproduto do STE
• Glicogenólise	b _____	Conjunto de todas as substâncias orgânicas da célula
• Glicogênese	c _____	Síntese de novas moléculas orgânicas
• Escassez de nutrientes	d _____	Processo que produz mais de 90% do ATP utilizado pelas células do corpo
• Reserva de nutrientes	e _____	Processo que libera moléculas de glicose
• Anabolismo	f _____	Transporta átomos de hidrogênio para o STE
• Triglicérides	g _____	Destino final dos elétrons do STE
• Água	h _____	Decomposição das moléculas orgânicas
• Acetil-CoA	i _____	Condição na qual as células degradam preferencialmente os carboidratos
• Oxigênio	j _____	Reservas de ácidos graxos
• Ciclo do ácido cítrico	k _____	Sequência de reações em que ocorre a produção mitocondrial de CO_2
• Catabolismo	l _____	Processo que sintetiza o glicogênio a partir de moléculas de glicose
• Fosforilação oxidativa	m _____	Condição na qual as células preferencialmente decompõem os lipídios
• Abundância de nutrientes	n _____	Substrato comum para a produção de ATP mitocondrial

Digestão e metabolismo de nutrientes

Os **nutrientes** são elementos essenciais necessários para a fisiologia normal. Os **metabolitos** (*metabole*, troca) constituem um grupo muito maior, englobando todas as moléculas (inclusive nutrientes) que podem ser sintetizadas ou degradadas por reações químicas no organismo. Os alimentos que ingerimos possuem estruturas físicas organizadas, e os compostos orgânicos que eles contêm geralmente são grandes e, com frequência, insolúveis. Durante a digestão, a estrutura física é degradada, ou seja, uma combinação de ataques químicos e enzimáticos quebra os compostos orgânicos complexos em componentes mais simples, que podem ser absorvidos pelo trato digestório e, em seguida, distribuídos pela corrente sanguínea. As células de todo o organismo contam com a disponibilidade dessas moléculas orgânicas para produzir energia e repor a reserva intracelular de nutrientes.



Etapas do processo de digestão

Na cavidade oral, a saliva dissolve alguns nutrientes orgânicos e o processamento mecânico realizado pelos dentes e pela língua rompe a estrutura física do material, permitindo o acesso das enzimas digestórias. Essas enzimas iniciam a digestão dos carboidratos complexos (polissacarídeos) e lipídios.

No estômago, a quebra do material ingerido continua, havendo a degradação física e química pelo ácido gástrico e pelas enzimas capazes de agir em pH extremamente baixo (ácido). Essas enzimas iniciam a digestão da proteína.

No duodeno, soluções-tampão provenientes do pâncreas e do fígado ajustam o pH do quimo. Várias enzimas digestórias secretadas pelo pâncreas catalisam o catabolismo de carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.

Ocorre, então, a absorção de nutrientes no intestino delgado, principalmente no jejuno, e os nutrientes entram na corrente sanguínea.

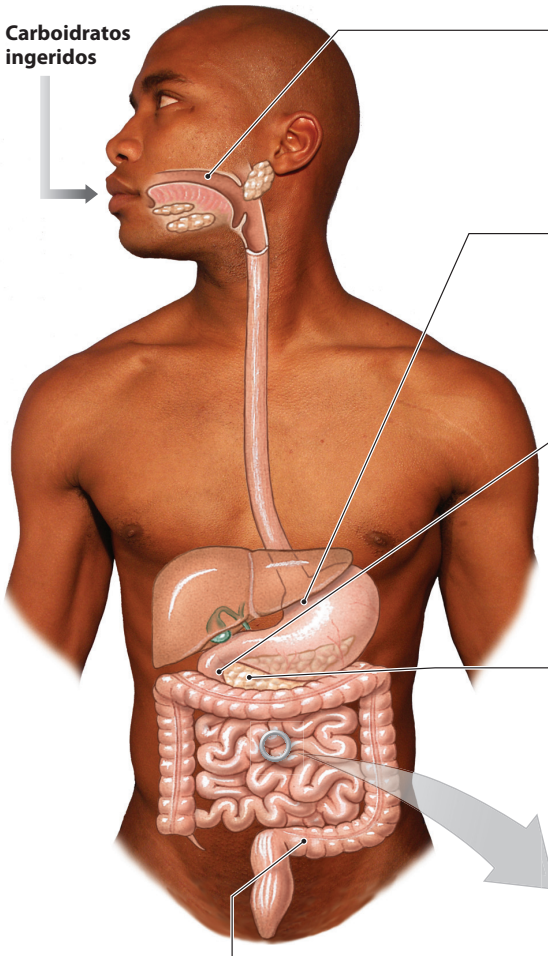
Os materiais não digeríveis e os resíduos entram no intestino grosso, no qual a água é reabsorvida e a ação bacteriana gera nutrientes orgânicos e vitaminas. Esses produtos orgânicos são absorvidos antes de o resíduo ser eliminado.

A maioria dos nutrientes absorvidos pelo trato digestório acaba em uma veia tributária da veia porta hepática, que os transporta para dentro do fígado. O fígado absorve e processa os nutrientes para manter os níveis normais no circuito sistêmico.

Nos tecidos periféricos, as células absorvem os nutrientes necessários para manter sua atividade e sua reserva de nutrientes.

Esta seção fornecerá uma visão global da digestão, da absorção e dos destinos dos carboidratos, dos lipídios e das proteínas. Os módulos enfatizarão os padrões gerais, que facilitarão a sua compreensão dos fatos específicos apresentados nos cursos de bioquímica ou nutrição. Vamos concentrar a nossa atenção em como os nutrientes são absorvidos, armazenados ou interconvertidos, ou catabolizados para produzir a energia necessária que sustenta as atividades vitais. (As principais vias anabólicas que resultam na síntese de carboidratos, lipídios e proteínas não são discutidas aqui, pois já foram abordadas no Capítulo 2.)

Os carboidratos normalmente são os substratos preferidos para o catabolismo e a produção do ATP em condições de repouso



1. Na boca, a mastigação satura o bolo alimentar com saliva. A enzima **amilase salivar** quebra os carboidratos complexos em uma mistura de dissacarídeos e trissacarídeos.

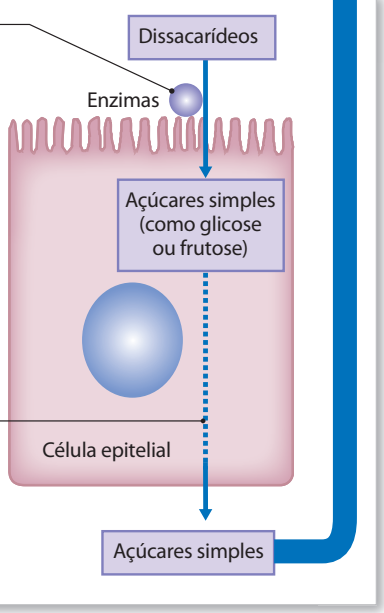
2. A amilase salivar continua a digerir os carboidratos do bolo alimentar até que o pH do conteúdo gástrico atinja níveis inferiores a 4,5. Geralmente, a amilase permanece ativa por cerca de uma a duas horas após a refeição.

3. Quando o quimo chega ao duodeno, a secretina estimula a liberação de soluções-tampão que tornam o seu pH alcalino (todas as enzimas intestinais requerem um pH alcalino). Ao mesmo tempo, a liberação de colecistoquinina (CCK) pelas células do duodeno desencadeia a secreção de soluções-tampão e enzimas pancreáticas.

4. A chegada do quimo, contendo grandes quantidades de carboidratos, dispara a liberação do peptídeo inibidor gástrico (GIP), que estimula o pâncreas a produzir insulina.

5. As células epiteliais, que revestem o jejuno, terminam a digestão dos carboidratos. A membrana plasmática na borda em escova contém **maltase**, **sucarase** e **lactase**, enzimas que quebram a maltose (glicose + glicose) dos dissacarídeos, a sucarose (glicose + frutose) e a lactose (glicose + galactose) em açúcares simples que serão absorvidos posteriormente. Essas enzimas também transportam monossacarídeos através da membrana plasmática e os liberam no citosol.

Os açúcares simples que são transportados para a célula em sua superfície apical difundem-se através do citoplasma e chegam ao fluido intersticial por difusão facilitada. Esses monossacarídeos fluem, então, para dentro dos capilares das vilosidades intestinais e finalmente são transportados até o fígado por meio da veia porta.



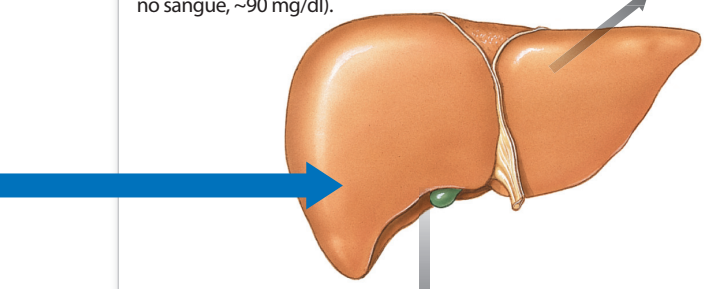
Veia porta

6. As enzimas intestinais não alteram os carboidratos não digeríveis, como a celulose. Assim, esse tipo de alimento chega praticamente intacto ao intestino grosso (colo) e constitui fonte de nutrientes para as bactérias dessa região, cujas atividades metabólicas geram pequenas quantidades de **flato**, ou gás intestinal. Os alimentos que contêm grandes quantidades de carboidratos não digeríveis (como o feijão) estimulam a produção bacteriana de gás, distendendo o colo, provocando cólicas, além da descarga frequente dos gases intestinais (flatulência).

Fígado

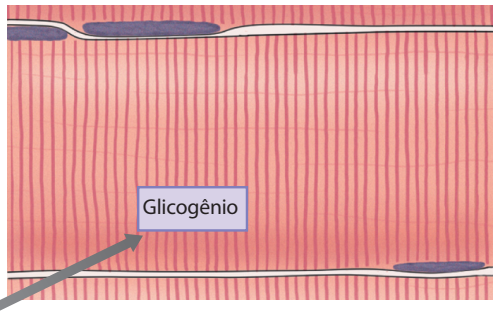
Os açúcares simples são absorvidos e convertidos em glicose conforme a necessidade. É liberada no sangue uma quantidade de glicose suficiente para manter a glicemia normal (níveis normais de glicose no sangue, ~90 mg/dl).

O excesso de glicose é armazenado na forma de glicogênio ou utilizado de outras formas.



Músculo esquelético

Os músculos esqueléticos em repouso decompõem principalmente os ácidos graxos para obter energia e absorvem a glicose para acumular suas reservas de glicogênio.



GLICOSE
(6 carbonos)

Na maioria dos tecidos, o transporte da glicose para a célula depende da presença de uma proteína transportadora estimulada pela insulina.

Insulina

ATP

Outros açúcares simples

Ácido pirúvico (três carbonos)

Ácido pirúvico (três carbonos)

Coenzima A

CO_2

Acetil-CoA (2 carbonos)

Ciclo do ácido cítrico

Coenzimas

Sistema de transporte de elétrons

ATP

O_2

H_2O

CO_2

Os carboidratos (como a glicose) geralmente são preferidos para o catabolismo porque as proteínas e os lipídios são mais importantes como componentes estruturais de células e tecidos.

Dentro da célula, a glicose pode ser convertida em outro açúcar simples, como a ribose, utilizada para criar glicoproteínas, outros materiais estruturais ou ácidos nucleicos. Também pode ser convertida em glicerol, a fim de sintetizar glicerídeos.

Se for necessário, para a obtenção de energia, a molécula de glicose com seis carbonos é decomposta em duas moléculas de **ácido pirúvico** com três carbonos. Esse processo anaeróbico, chamado glicólise, produz um ganho líquido de 2 ATP para cada molécula de glicose decomposta.

Cada molécula de ácido pirúvico pode ser utilizada, então, pelas mitocôndrias, após a conversão em acetil-CoA.

Para cada molécula de ácido pirúvico processada pelas mitocôndrias, a célula ganha 17 ATP, consome 3 moléculas de O_2 e gera 3 moléculas de CO_2 e 6 moléculas de água. Então, para cada par de moléculas de ácido pirúvico catabolizadas, a célula ganha 34 ATP.

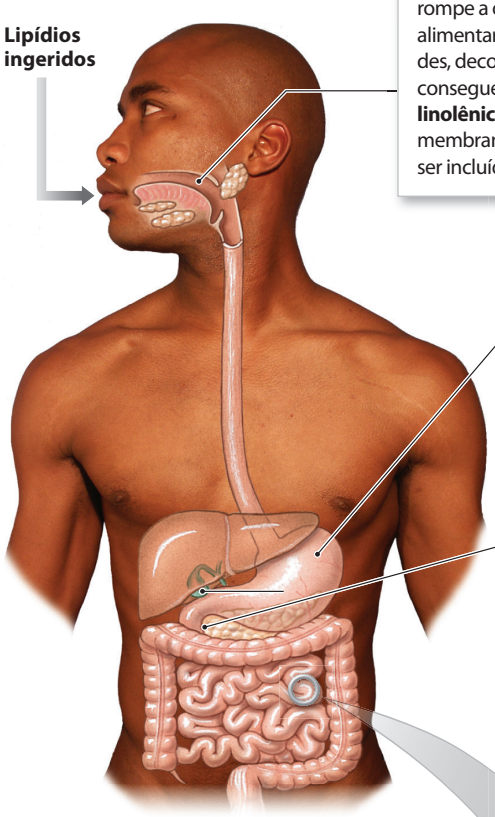
Revisão do Módulo 16.3

a. Descreva a origem dos gases intestinais.

b. Explique a origem e o papel do glicogênio no metabolismo celular.

c. Explique por que os carboidratos são preferidos em relação às proteínas ou às gorduras como fonte de energia.

Os lipídios chegam à corrente sanguínea em quilomícrons; depois, o colesterol é extraído e liberado na forma de lipoproteínas



1 O processamento mecânico na boca fragmenta o alimento em pedaços menores e rompe a organização do tecido conjuntivo. Enquanto isso acontece, o bolo alimentar fica saturado com saliva contendo **lipase**. Essa enzima ataca os triglicérides, decompondo-os em monoglicérides e ácidos graxos. As células do corpo não conseguem sintetizar todos os ácidos graxos que podem decompor. O **ácido linolênico** e o **ácido linoleico**, que são necessários para sintetizar e manter as membranas plasmáticas, são chamados **ácidos graxos essenciais** porque devem ser incluídos na alimentação.

2 A maior parte dos lipídios alimentares não é hidrossolúvel. A mistura do quimo no estômago cria grandes gotas contendo uma série de lipídios. A lipase continua a funcionar no ambiente ácido, mas só consegue atacar os triglicérides nas superfícies dessas gotas. Em consequência, apenas cerca de 20% dos triglicérides são degradados no momento em que o quimo chega ao estômago.

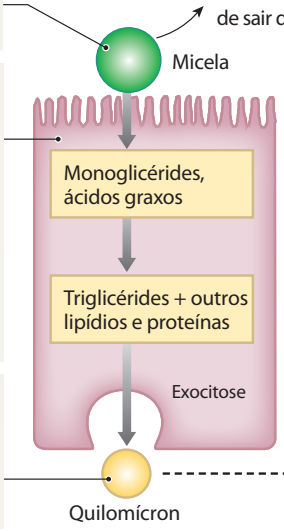
3 Quando o quimo chega ao duodeno, a CCK é liberada, desencadeando a secreção de enzimas pancreáticas, incluindo outra lipase, e estimulando também a vesícula biliar a contrair, ejetando bile no duodeno. A bile contém **sais biliares** que quebram as grandes gotas lipídicas em gotículas minúsculas, um processo chamado **emulsificação**, que proporciona acesso melhor para a lipase pancreática. A lipase pancreática decompõe os triglicérides para formar uma mistura de ácidos graxos, monoglicérides e glicerol. À medida que essas moléculas são liberadas, elas interagem com os sais biliares no intestino, formando pequenos complexos compostos por lipídeos e sais biliares chamados **micelas**.

4 Quando uma micela entra em contato com o epitélio intestinal, os lipídios difundem-se através da membrana plasmática e entram no citoplasma.

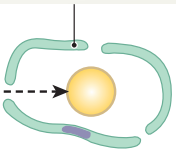
As células intestinais sintetizam novos triglicérides utilizando os monoglicérides, os ácidos graxos e o glicerol. Esses triglicérides, juntamente com o colesterol absorvido dos fosfolipídios e de outros materiais lipossolúveis, são revestidos por proteínas, criando complexos conhecidos como **quilomícrons**. Os quilomícrons são **lipoproteínas** – complexos lipoproteicos que contêm lipídios insolúveis. O revestimento superficial dos fosfolipídios e das proteínas torna o complexo inteiro hidrossolúvel.

As células intestinais secretam os quilomícrons no fluido intersticial por exocitose. A cobertura proteica superficial dos quilomícrons os mantém suspensos no fluido intersticial, mas o tamanho deles geralmente impede que se difundam para os capilares.

Os sais biliares são liberados; a maioria é reabsorvida e devolvida ao fígado antes de sair do intestino delgado.

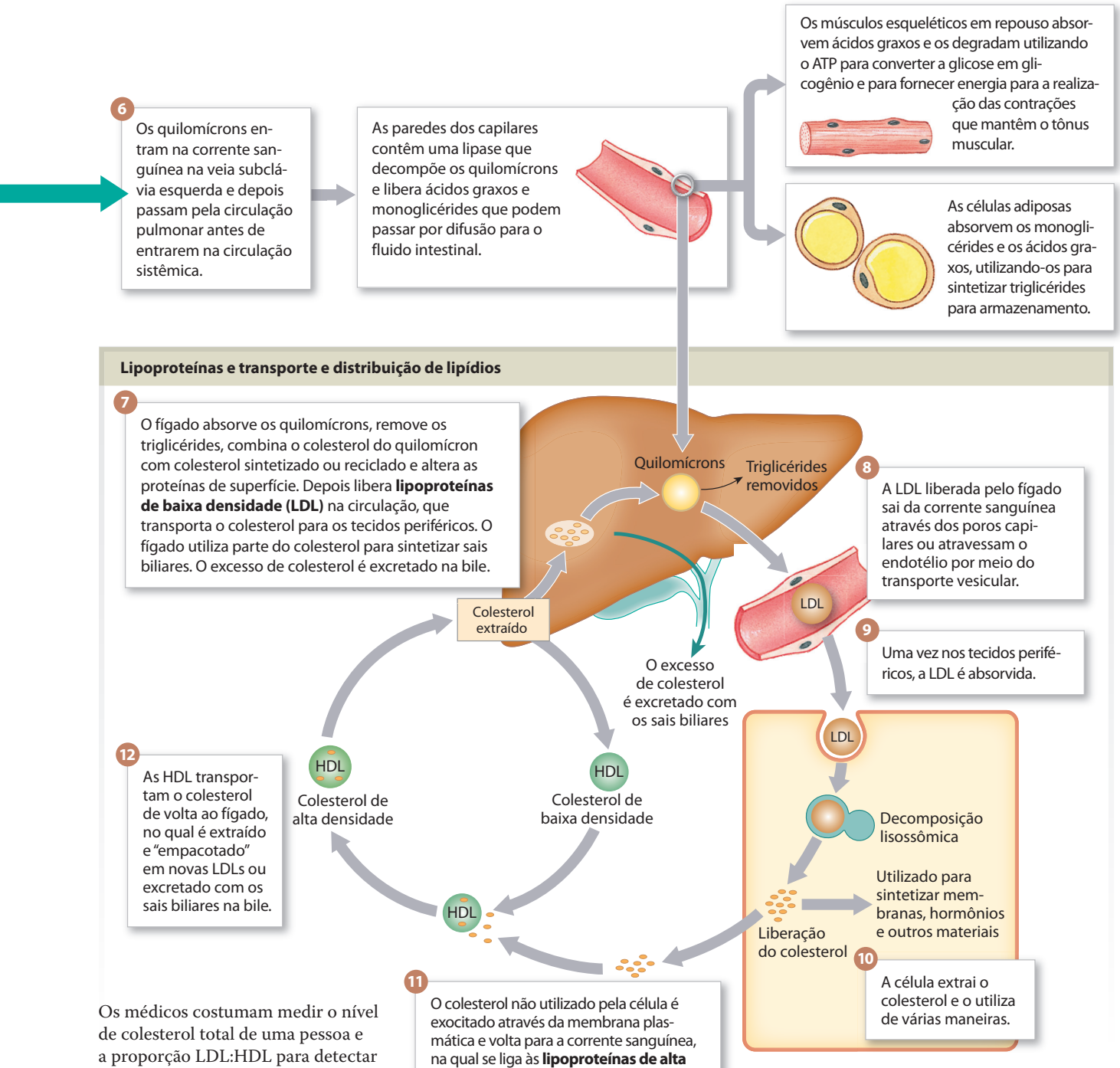


A maioria dos quilomícrons difunde-se para os lácteos intestinais, capilares do sistema linfático que não possuem membranas basais e com grandes descontinuidades entre as células endoteliais adjacentes.



5 Dos lácteos, os quilomícrons seguem ao longo dos vasos linfáticos e atingem o ducto torácico.

Ducto torácico



Os médicos costumam medir o nível de colesterol total de uma pessoa e a proporção LDL:HDL para detectar problemas cardiovasculares. O colesterol total elevado (acima de 200 mg/dl) associado a uma alta proporção LDL:HDL indica quantidades elevadas de colesterol na circulação. Isso também significa que a maior parte do colesterol está sendo destinada aos tecidos (em LDL) e permanecendo neles, em vez de voltar para o fígado (em HDL) para reciclagem ou excreção. Isso é um problema em potencial, pois o excesso de colesterol nos tecidos periféricos tende a acumular em placas ateroscleróticas (Módulo 11.10) que podem causar ataques cardíacos e AVCs.

Revisão do Módulo 16.4

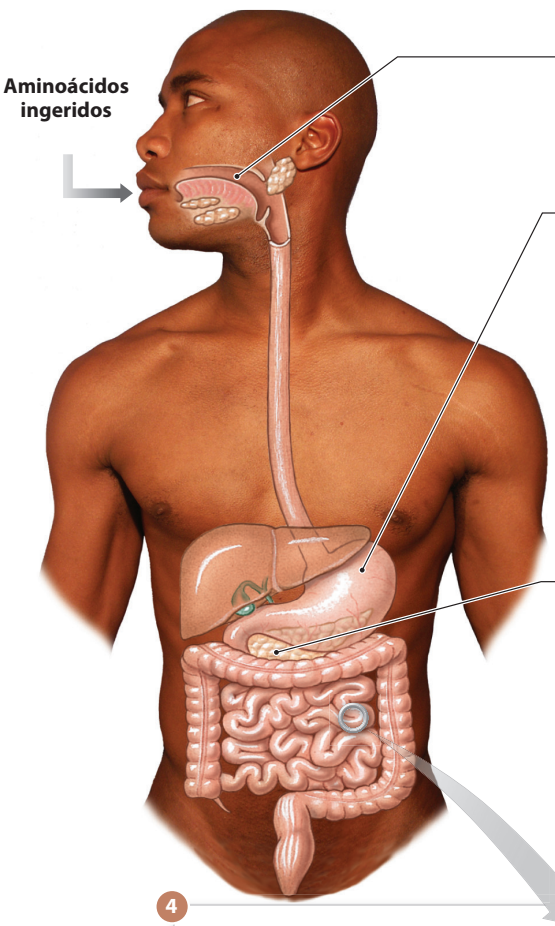
a. Qual é a diferença entre uma micela e um quilomícron?

b. O que o fígado faz com os quilomícrons que recebe?

c. Descreva as funções da LDL e da HDL.

Um aminoácido desnecessário para a síntese proteica pode ser degradado ou convertido em um aminoácido diferente

1 As proteínas têm estruturas muito complexas; assim, a digestão proteica é igualmente complexa e demorada.



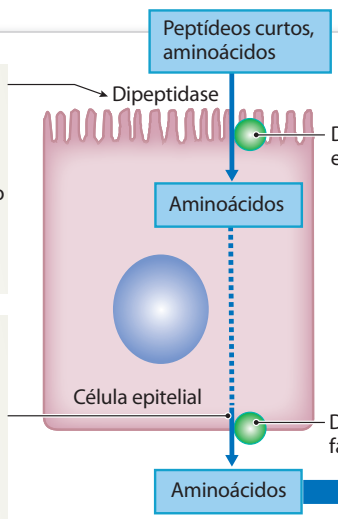
1 A primeira etapa é romper a rígida estrutura tridimensional do alimento. Isso começa na boca à medida que o alimento é completamente mastigado e misturado com saliva.

2 Outros processamentos mecânicos ocorrem no estômago por meio da agitação e da mistura. A exposição do bolo alimentar a um ambiente fortemente ácido elimina os patógenos e decompõe os tecidos conjuntivos e as paredes das células vegetais. Os ácidos estomacais também desnaturam a maioria das proteínas e quebram a sua estrutura terciária e secundária. Isso expõe as pontes peptídicas ao ataque enzimático pela enzima proteolítica **pepsina**, que é secretada pelas células parietais na forma de pepsinogênio, uma proenzima inativa. Geralmente, a pepsina tem tempo suficiente para quebrar proteínas complexas em cadeias peptídicas e polipeptídicas menores antes de o quimo entrar no duodeno.

3 Quando o quimo ácido chega ao duodeno, a CCK estimula a produção e a liberação das enzimas pancreáticas. Essas enzimas são secretadas como proenzimas inativas que depois são ativadas dentro do duodeno. A **enteropeptidase**, enzima liberada pelo epitélio duodenal, começa o processo, convertendo a proenzima tripsinogênio em enzima proteolítica **tripsina**. Então, a tripsina converte as outras proenzimas, produzindo **quimotripsina**, **carboxipeptidase** e **elastase**. Cada enzima ataca as pontes peptídicas que ligam aminoácidos específicos e ignora outras. Juntas, elas degradam as proteínas em uma mistura de dipeptídeos, tripeptídeos e aminoácidos.

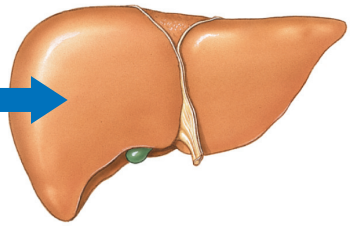
4 As superfícies epiteliais do intestino delgado contêm várias **peptidases**, enzimas que quebram as pontes peptídicas e liberam aminoácidos individuais. Esses aminoácidos, bem como os liberados pela ação das enzimas pancreáticas, são absorvidos através da difusão facilitada e de mecanismos de cotransporte.

Após atingirem a superfície basal da célula, os aminoácidos são liberados no fluido intersticial pela difusão facilitada e pelo cotransporte. Uma vez no fluido intersticial, os aminoácidos entram nos capilares intestinais para serem transportados para o fígado pela veia porta.



Veia porta

5 O fígado não controla os níveis circulantes dos aminoácidos com a mesma precisão com que controla as concentrações de glicose. O próprio fígado utiliza muitos aminoácidos para sintetizar proteínas plasmáticas e tem todas as enzimas necessárias para sintetizar, converter ou catabolizar aminoácidos. Os aminoácidos que podem ser degradados em moléculas de três carbonos podem ser utilizados na gliconeogênese quando outras fontes de glicose não estiverem disponíveis.

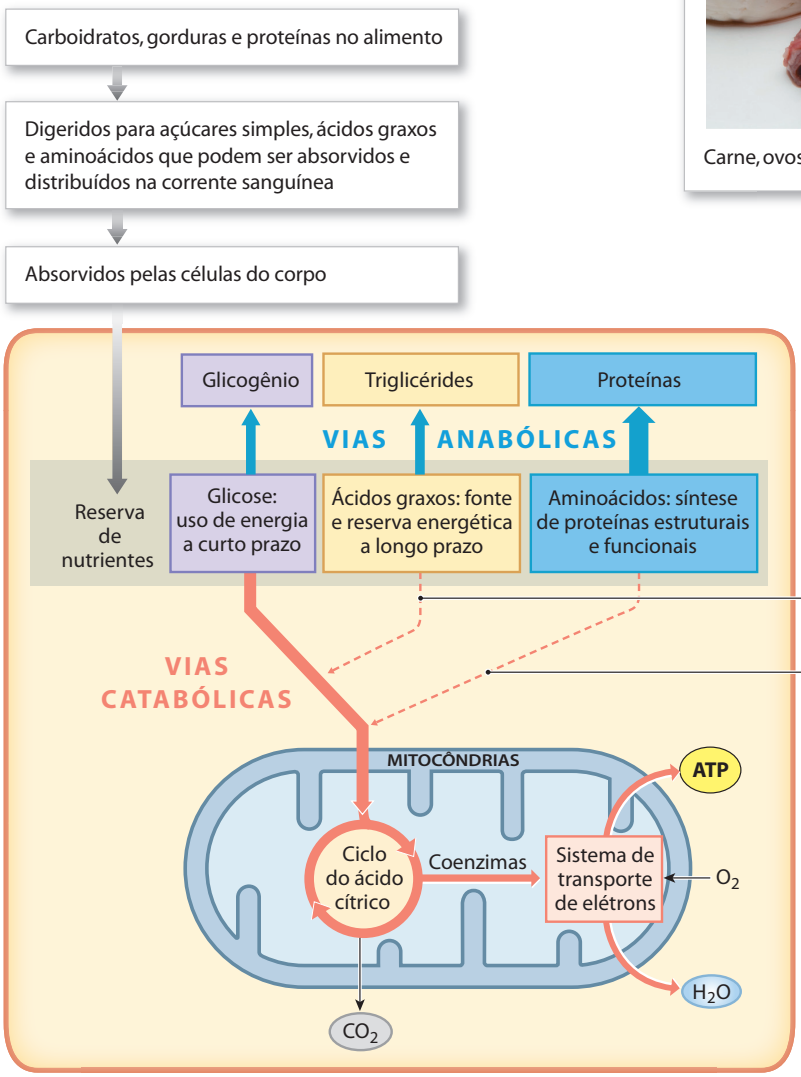


Síntese dos aminoácidos

As células hepáticas e outras células do corpo conseguem produzir facilmente a metade dos 20 aminoácidos necessários para sintetizar suas proteínas. Como esses 10 aminoácidos não precisam ser obtidos na alimentação, eles são conhecidos como **aminoácidos não essenciais**. Por outro lado, os **aminoácidos essenciais** não podem ser sintetizados, de maneira alguma, pelo corpo (ou não podem ser produzidos em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades fisiológicas) e, portanto, precisam ser obtidos na alimentação.

Carne, ovos e laticínios são boas fontes de proteína.

2 O diagrama a seguir mostra como o corpo usa os componentes orgânicos dos alimentos em condições de repouso.



A maioria dos ácidos graxos é decomposta em Acetil-CoA e processada pelo ciclo do ácido cítrico.

Uma célula que sobrevive graças ao catabolismo dos aminoácidos é como alguém confinado em uma cabana, em pleno inverno, que se vê na necessidade de queimar as paredes da cabana para se manter aquecido. Isso pode ajudar temporariamente, mas não é uma solução permanente e, a longo prazo, acaba por acarretar uma situação pior.

Revisão do Módulo 16.5

a. Qual é o papel da enteropeptidase?

b. Qual é a diferença entre os aminoácidos essenciais e os não essenciais?

c. O que acontece com os nutrientes de reserva em condições de repouso?

Vitaminas e minerais são essenciais para a função de muitas vias metabólicas

À ingestão e o metabolismo dos nutrientes alimentares dá-se o nome de **nutrição**. As **vitaminas** são compostos orgânicos necessários em quantidades muito pequenas e que desempenham papel essencial em vias metabólicas específicas. Os **minerais** são íons inorgânicos liberados por meio da dissociação dos eletrólitos.

Vitaminas hidrossolúveis

1 As **vitaminas hidrossolúveis** são as vitaminas B e a vitamina C. A maioria delas compõe as coenzimas. As vitaminas B são encontradas na carne, nos ovos e nos laticínios, enquanto as frutas cítricas são boas fontes de vitamina C.

2 A tabela a seguir resume as informações sobre as vitaminas hidrossolúveis. Essas vitaminas hidrossolúveis são trocadas rapidamente entre os compartimentos de fluido do trato digestório e o sangue circulante, com as quantidades excessivas sendo excretadas na urina. Por esse motivo, condições que envolvam excesso de vitaminas hidrossolúveis são improváveis, a menos que você ingira megadoses de suplementos vitamínicos.

Vitaminas hidrossolúveis

Vitamina	Importância	Efeitos da deficiência	Efeitos do excesso
B_1 (tiamina)	Coenzima em muitas vias	Fraqueza muscular, problemas do SNC e cardiovasculares, incluindo a doença cardíaca chamada *beribéri*	Hipotensão (baixa pressão arterial)
B_2 (riboflavina)	Parte de coenzima, envolvida em muitas vias (glicólise e ciclo do ácido cítrico)	Deterioração epitelial e mucosa	Prurido, formigamento
B_3 (niacina)	Parte de coenzima, envolvida em muitas vias (glicólise e ciclo do ácido cítrico)	Deterioração de SNC, GI, epitelial e mucosa, chamada *pelagra*	Prurido, queimação; vasodilatação
B_5 (ácido pantotênico)	Componente da coenzima A, em muitas vias	Atraso no crescimento, anemia, convulsões, alterações epiteliais	Nenhum relatado
B_6 (piridoxina)	Coenzima no metabolismo dos aminoácidos e lipídios	Atraso no crescimento, perturbações do SNC	Alterações no SNC, pode ser fatal
B_7 (biotina)	Coenzima em muitas vias	Fadiga, dor muscular, náusea, dermatite	Nenhum relatado
B_9 (folato/ácido fólico)	Coenzima no metabolismo de aminoácidos e ácidos nucleicos	Atraso no crescimento, anemia, transtornos GI, anomalias do desenvolvimento	Poucos observados, exceto em doses maciças
B_{12} (cobalamina)	Coenzima no metabolismo dos ácidos nucleicos	Deficiência na produção de eritrócitos, provocando anemia perniciosa	Policitemia ($\uparrow$eritrócitos)
C (ácido ascórbico)	Coenzima em muitas vias	Deterioração epitelial e mucosa, chamada *escorbuto*	Cálculos renais

O corpo armazena quantidades significativas apenas das vitaminas B_{12} e C. Então, a ingestão insuficiente de outras vitaminas hidrossolúveis pode acarretar sinais e sintomas iniciais de deficiência vitamínica em um período de dias ou semanas. As bactérias intestinais ajudam a prevenir doenças decorrentes de deficiência ao produzirem pequenas quantidades de quatro das nove vitaminas hidrossolúveis (B_5, B_7, B_9 e B_{12}). O epitélio intestinal consegue absorver, com facilidade, todas as vitaminas hidrossolúveis, exceto a B_{12}. A molécula da B_{12} é grande e precisa se ligar ao **fator intrínseco** (sintetizado pela mucosa gástrica) para que possa ser absorvida.

Vitaminas lipossolúveis

3 As **vitaminas lipossolúveis** são as vitaminas A, D_3, E e K. Essas vitaminas são absorvidas principalmente pelo sistema digestório, com o conteúdo lipídico das micelas. As hortaliças são boas fontes de vitaminas lipossolúveis. Além disso, as bactérias intestinais produzem vitamina K; quando exposta à luz solar, sua pele é capaz de sintetizar vitamina D_3.

4 A tabela a seguir resume as informações sobre as vitaminas lipossolúveis. Essas vitaminas são armazenadas em depósitos lipídicos por todo o corpo, que funcionam como reserva importante para a continuidade das operações metabólicas normais mesmo por vários meses sem aporte alimentar. Por essa razão, a **hipovitaminose**, ou doença por deficiência de vitaminas, raramente resulta de uma insuficiência alimentar de vitaminas lipossolúveis (exceto no caso da vitamina D_3; ver Módulo 4.4). O excesso de uma vitamina pode ser nocivo. A **hipervitaminose** ocorre quando a ingestão alimentar ultrapassa a capacidade do corpo para armazenar, utilizar ou excretar uma determinada vitamina.

Vitaminas lipossolúveis

Vitamina	Importância	Efeitos da deficiência	Efeitos do excesso
A	Mantém os epitélios; necessária para sintetizar os pigmentos visuais; sustenta o sistema imune e o crescimento ósseo	Atraso no crescimento, cegueira noturna, deterioração das membranas epiteliais	Dano hepático, palidez da pele, efeitos no SNC (náusea, anorexia)
D_3	Necessária para o crescimento ósseo, absorção intestinal do cálcio e do fósforo, e retenção desses íons	Raquitismo (nas crianças), osteomalacia (nos adultos), deterioração esquelética	O cálcio deposita-se em muitos tecidos, prejudicando as suas funções
E	Evita a decomposição da vitamina A e dos ácidos graxos	Anemia	Náusea, cólicas estomacais, visão turva, fadiga
K	Essencial para o fígado sintetizar os fatores de coagulação	Transtornos de sangramento	Disfunção hepática, icterícia

Minerais

5 Os minerais desempenham três papéis importantes: (1) os íons como o sódio e o cloro determinam as concentrações osmóticas dos fluidos corporais; (2) os íons em várias combinações desempenham papéis importantes no tamponamento dos fluidos corporais; e (3) os íons são essenciais em uma série de reações enzimáticas. Os minerais são **cofatores** que agem com as enzimas para catalisar uma reação química. A tabela abaixo apresenta os principais minerais e sua importância, além de alguns efeitos da deficiência ou do excesso.

Principais minerais

Mineral	Importância	Efeitos da deficiência ou excesso
Sódio	Principal cátion nos fluidos corporais; essencial para a função normal da membrana; cofator enzimático	*Deficiência*: câimbras musculares *Excesso*: hipertensão
Potássio	Principal cátion no citosol; essencial para a função normal da membrana; cofator enzimático	*Deficiência ou excesso*: arritmias cardíacas
Cloreto	Principal ânion nos fluidos corporais; forma HCl	*Deficiência*: arritmias cardíacas
Cálcio	Essencial para a função muscular e neuronal, além da estrutura óssea normal; cofator enzimático	*Deficiência*: osteoporose *Excesso*: cálculos renais
Fósforo	Nos compostos altamente energéticos, ácidos nucleicos e matriz óssea	*Deficiência*: fraqueza muscular *Excesso*: espasmos musculares
Magnésio	Cofator enzimático	*Deficiência*: espasmos musculares, náusea

Revisão do Módulo 16.6

a. Defina nutrição.

b. Se as vitaminas não são fontes de energia, qual é a sua função no corpo?

c. Quais são os papéis dos minerais no corpo?

A nutrição adequada depende da ingestão de uma dieta balanceada

Uma **dieta balanceada** contém todos os ingredientes necessários para manter a homeostase, incluindo os substratos adequados para produzir o ATP, os aminoácidos essenciais e os ácidos graxos, e as vitaminas. Além disso, a dieta precisa incluir eletrólitos e água suficientes para repor as perdas na urina, nas fezes e na evaporação. Uma dieta balanceada evita a **desnutrição**, um estado insalubre que resulta da absorção inadequada ou excessiva de um ou mais nutrientes.

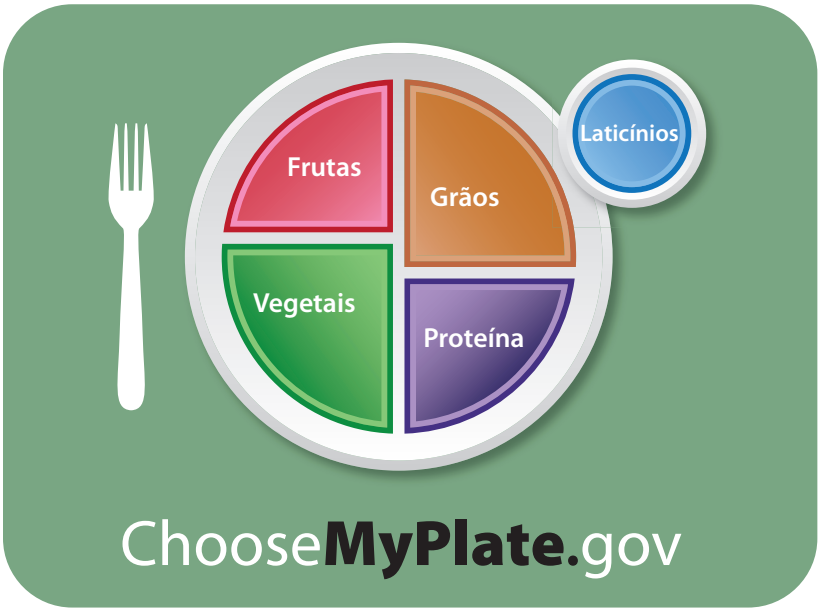
Conheça os limites de ingestão de gorduras, açúcares e sal (sódio)

- Obtenha a maior parte da sua gordura consumindo peixes, nozes e óleos vegetais, que são fontes fundamentais de ácidos graxos essenciais.
- Limite as gorduras sólidas, como a manteiga, a gordura vegetal e a banha de porco, que possuem alto teor de gorduras saturadas e colesterol.
- Confira o rótulo de informações nutricionais para manter níveis baixos de gorduras saturadas, gorduras trans e sódio.
- Opte por alimentos e bebidas com baixa adição de açúcar. Os açúcares adicionados contribuem para a ingestão calórica excessiva.

1 Como saber se sua dieta é balanceada? Siga as recomendações alimentares atualizadas no website **www.choosemyplate.gov**. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos criou este diagrama para oferecer planos de alimentação personalizados e avaliações alimentares com base nas diretrizes alimentares para os norte-americanos. As fatias dos grupos alimentares codificadas por cor indicam as proporções de alimento que deveríamos consumir de cada um dos cinco grupos de alimentos básicos: grãos (laranja); vegetais (verde); frutas (vermelho); laticínios (azul); e carne e feijões (roxo). Além disso, utilize os óleos com parcimônia.

Encontre o seu equilíbrio entre alimentos e atividade física

- Mantenha-se dentro de suas necessidades diárias de calorias.
- Os adultos devem praticar atividades físicas por, no mínimo, 30 minutos na maioria dos dias da semana.
- Cerca de 60 minutos diários de atividade física podem ser necessários para evitar o ganho de peso.
- Para manter a perda de peso, podem ser necessários pelo menos 60 a 90 minutos diários de atividade física.
- As crianças e os adolescentes devem praticar atividades físicas por 60 minutos na maioria dos dias.



GRÃOS	HORTALIÇAS	FRUTAS	ÓLEOS	LATICÍNIOS	CARNE & FEIJÕES
A metade dos grãos deve ser integral	Varie as suas verduras	Concentre-se nas frutas		Obtenha alimentos ricos em cálcio	Fique magro com as proteínas

2 Além de considerar os tipos de alimento que você ingere, pense na quantidade de energia que esse alimento contém em relação à quantidade de energia que você usa diariamente. Expressamos o teor energético do alimento em **calorias**. Uma caloria é a energia necessária para elevar a temperatura de 1 g de água em 1 °C. Empregamos o termo **quilocaloria** (kcal) ou **caloria** (cal) quando falamos sobre o metabolismo do corpo. Uma caloria é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 kg de água em 1 °C. Cada componente da sua dieta tem um rendimento energético diferente; os valores são 4,18 cal/g para os carboidratos, 4,32 cal/g para as proteínas e 9,46 cal/g para os lipídios. Dependendo do nível de atividade, o adulto mediano precisa de algo entre 2.000 e 3.000 cal por dia para manter um peso estável. Isto equivale à intensa atividade mitocondrial – 1 cal equivale a aproximadamente a 83 quinquilhões de ATP.

Nome do alimento	Porção	Cal
Barra de cereal	1 barra	368
Arroz	1,5 xícara	308
Pão (trigo integral)	4 fatias	277
Manteiga	½ colher de sopa	51
Cerveja normal	355 ml	160
Refrigerante normal	355 ml	140

3 Aqui temos outras informações sobre os vários grupos de alimentos. Os grupos de alimentos em si são menos importantes do que fazer escolhas inteligentes sobre o que (e quanto) você ingere. As más escolhas podem ocasionar desnutrição, mesmo se todos os cinco grupos estiverem representados.

Cinco grupos de alimentos básicos e seus efeitos sobre a saúde

Grupo de nutrientes	Fornece	Efeitos sobre a saúde
Grãos (recomendação: pelo menos a metade do total ingerido deve consistir em grãos)	Carboidratos; vitaminas E, tiamina, niacina, ácido fólico; cálcio; fósforo; ferro; sódio; fibra alimentar	Os grãos integrais evitam a elevação rápida dos níveis de glicose no sangue e o consequente aumento rápido dos níveis de insulina
Hortaliças (recomendação: especialmente as hortaliças verde-escuras e laranjas)	Carboidratos; vitaminas A, C, E, ácido fólico; fibra alimentar; potássio	Reduzem o risco de doenças cardiovasculares; protegem contra o câncer de intestino grosso (ácido fólico) e o câncer de próstata (licopeno nos tomates)
Frutas (recomendação: frutas variadas diariamente)	Carboidratos; vitaminas A, C, E, ácido fólico; fibra alimentar; potássio	Reduzem o risco de doença cardiovascular; protegem contra o câncer de intestino grosso (ácido fólico)
Laticínios (recomendação: leite semidesnatado ou desnatado, iogurte e queijo)	Proteínas completas; gorduras; carboidratos; cálcio; potássio; magnésio; sódio; fósforo; vitaminas A, B_{12}, ácido pantotênico, tiamina, riboflavina	Boa fonte de cálcio, que fortalece os ossos. Leite integral: alto teor calórico, pode provocar ganho de peso; gorduras saturadas associadas à doença cardíaca
Carne e feijões (recomendação: carnes magras, peixe, aves, ovos, feijões secos, nozes, legumes)	Proteínas completas; gorduras; cálcio; potássio; fósforo; ferro; zinco; vitaminas E, tiamina, B_6	O peixe e as aves reduzem o risco de doença cardíaca e câncer de intestino grosso (em comparação à carne vermelha). O consumo de até um ovo por dia não parece aumentar a incidência de doença cardíaca; nozes e legumes melhoram as proporções do colesterol no sangue, reduzem o risco de doença cardíaca e diabetes

4 Alguns membros do grupo de laticínios, do grupo de carne e de feijões – por exemplo, leite, iogurte, carne bovina, peixe, aves e ovos – fornecem todos os aminoácidos essenciais em quantidades suficientes. Diz-se que eles contêm **proteínas completas**.

5 Muitos vegetais fornecem *quantidades* adequadas de proteína, mas são **proteínas incompletas**, que carecem de um ou mais aminoácidos essenciais. Os vegetarianos, que se limitam aos grupos de grãos, hortaliças e frutas (com ou sem laticínios), devem variar suas opções alimentares e incluir combinações de ingredientes que satisfaçam suas necessidades de aminoácidos. Mesmo com um equilíbrio adequado dos aminoácidos, as pessoas que não consomem produtos de origem animal sofrem deficiência de vitamina B_{12}. Isso acontece porque as únicas fontes de vitamina B_{12} são os alimentos de origem animal ou os alimentos fortificados.

Revisão do Módulo 16.7

a. Defina dieta balanceada.

b. Diferencie proteína completa e proteína incompleta.

c. Qual destes três – carboidratos, lipídios ou proteínas – libera o maior número de calorias por grama durante o catabolismo?

O controle do apetite é complexo e envolve mecanismos de curto e longo prazo

1 O **centro da fome** e o **centro de saciedade** são núcleos hipotalâmicos envolvidos no controle do apetite. Vários fatores influenciam esses centros; apresentamos aqui um diagrama muito importante. Além disso, fatores sociais, pressões psicológicas e hábitos alimentares podem desempenhar papel importante no controle alimentar, embora os mecanismos e as vias envolvidos não sejam conhecidos.

Regulação do apetite a curto prazo

Estimulação do centro de saciedade →

Os níveis sanguíneos de glicose elevados diminuem o apetite, e os baixos níveis de glicose no sangue aumentam o apetite. O provável mecanismo é a entrada de glicose, estimulando os neurônios do centro de saciedade.

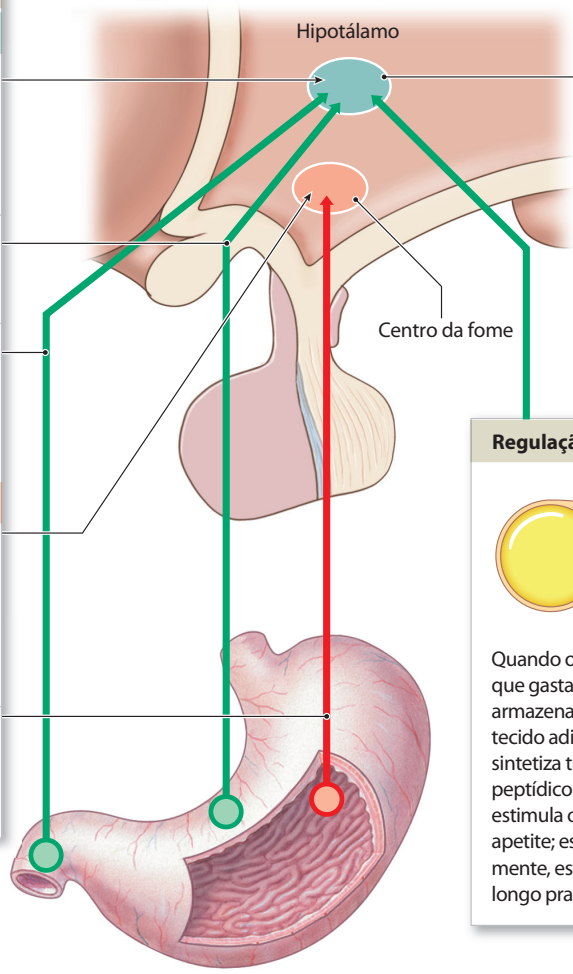
Vários hormônios do trato digestório, incluindo a CCK, suprimem o apetite após uma refeição, enquanto os nutrientes são absorvidos.

A estimulação dos receptores de estiramento muscular ao longo do trato digestório, especialmente no estômago, provoca uma sensação de saciedade (plenitude gástrica) e suprime o apetite.

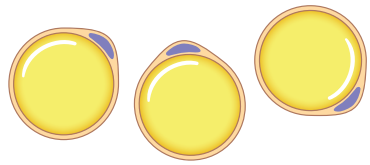
Estimulação do centro da fome →

Vários neurotransmissores têm sido vinculados à regulação do apetite. O **neuropeptídeo Y (NPY)**, por exemplo, é um neurotransmissor hipotalâmico que (entre outros efeitos) estimula o centro de alimentação e aumenta o apetite.

O hormônio **grelina**, secretado pela mucosa gástrica, estimula o apetite. Os níveis de grelina são altos quando o estômago está vazio e diminuem à medida que o estômago enche.



Regulação do apetite a longo prazo



Quando o apetite é maior que a energia que gastamos, o excesso de calorias é armazenado na forma de gordura (no tecido adiposo). Como o tecido adiposo sintetiza triglicérides, libera o hormônio peptídico **leptina**. No SNC, a leptina estimula o centro de saciedade e suprime o apetite; esse efeito é gradual e, provavelmente, está envolvido na regulação a longo prazo da ingestão alimentar.

Em geral, a ativação do centro de saciedade inibe o centro da fome. Além disso, os fatores que estimulam principalmente um dos centros, muitas vezes, têm um efeito inibitório secundário sobre o outro centro.

2 Os **transtornos alimentares** são problemas psicológicos que resultam no consumo exagerado ou inadequado de alimentos. Os transtornos alimentares apresentam manifestações diversas; o fator comum nessas condições é a preocupação obsessiva com alimentos e peso corporal.

3 A **obesidade** é definida como peso 20% acima do ideal, pois nesse ponto aparecem grandes riscos para a saúde. O U.S. Centers for Disease Control and Prevention estima que 32% dos homens e 35% das mulheres nos Estados Unidos são considerados obesos.

Anorexia nervosa

Anorexia é a falta ou a perda do apetite. Ela também pode acompanhar transtornos que envolvem outros sistemas. A **anorexia nervosa** é uma forma de inanição autoinduzida, que aparentemente resulta de problemas psicológicos graves. Ela é mais comum nas adolescentes de origem caucasiana, cujo peso é em torno de 30% abaixo do normal. Embora estejam obviamente abaixo do peso, os pacientes estão convencidos de que estão gordos demais e se recusam a comer quantidades normais de alimento. As taxas de mortalidade nos casos graves variam de 10% a 15%.

Bulimia

Na **bulimia** o indivíduo passa por uma "compulsão alimentar", que pode chegar a 20 mil calorias ou mais. Posteriormente, a pessoa induz o vômito e costuma usar laxantes (para movimentar os materiais com mais rapidez pelo sistema digestório) e diuréticos (medicamentos que promovem a perda hídrica pela urina). A bulimia é mais comum do que a anorexia nervosa e geralmente afeta as adolescentes.

Obesidade

O indicador de sobrepeso e obesidade mais aceito é o **índice de massa corporal (IMC)**, calculado pela divisão do peso (em kg) pelo quadrado da sua altura (em m). Geralmente, as proporções desejadas entre peso e altura correspondem a um IMC entre 19 e 25. De modo um tanto arbitrário, o sobrepeso é definido como um IMC de 25 ou mais e a obesidade como um IMC de 30 ou mais. Basicamente, os indivíduos obesos ingerem mais energia alimentar do que conseguem consumir. Existem duas grandes categorias de obesidade: a obesidade regulatória e a obesidade metabólica. A **obesidade regulatória**, que é a forma mais comum, resulta da regulação inadequada da ingestão alimentar, prejudicando o equilíbrio entre o apetite, a dieta e a atividade. Na **obesidade metabólica**, a condição é secundária a algum mau funcionamento corporal subjacente, que afeta o metabolismo celular e tecidual. Os casos de obesidade metabólica são relativamente raros.

Revisão do Módulo 16.8

a. Qual hormônio inibe o centro de saciedade e estimula o apetite a curto prazo?

b. Descreva a leptina e seu efeito sobre o apetite.

c. Diferencie a anorexia nervosa e a bulimia.

Os transtornos metabólicos podem resultar de nutrição inadequada, problemas bioquímicos ou inanição

Fenilcetonúria (PKU)

Vários transtornos metabólicos hereditários resultam de uma incapacidade para produzir enzimas específicas envolvidas no metabolismo dos aminoácidos. Os indivíduos com **fenilcetonúria (PKU)**, por exemplo, não conseguem converter a fenilalanina para tirosina. Essa reação é uma etapa essencial na síntese de norepinefrina, epinefrina, dopamina e melanina. Se a PKU não for detectada ao nascimento, o desenvolvimento do sistema nervoso central é inibido, resultando em danos cerebrais graves. A condição é comum o suficiente para que uma advertência seja impressa na embalagem de produtos que contém fenilalanina, como os refrigerantes diet. Os indivíduos com PKU precisam ingerir uma alimentação com baixo teor de fenilalanina e ingerir suplementos proteicos.

Doenças causadas por deficiência proteica

Independentemente do teor energético da alimentação, se houver deficiência de aminoácidos essenciais, o indivíduo ficará desnutrido em algum grau. Em **doenças causadas por deficiência proteica**, a síntese de proteína no organismo é diminuída. Como a síntese proteica no fígado não consegue suprir a degradação das proteínas plasmáticas, a osmolaridade plasmática diminui. A menor osmolaridade resulta em desvios de fluido: a água presente nos capilares se desloca para os espaços intersticiais, para a cavidade peritoneal ou ambos. Quanto mais tempo o indivíduo permanecer nesse estado, mais grave o edema (inchaço) e a ascite (acúmulo de fluido na cavidade peritoneal) resultantes. Estima-se que mais de 100 milhões de crianças no mundo inteiro sofram de doenças por deficiência proteica.

A **síndrome de kwashiorkor** ocorre em crianças cuja ingestão proteica é inadequada, mesmo se a ingestão calórica total for aceitável. As complicações incluem danos ao cérebro em desenvolvimento. O termo é proveniente do idioma ganês e sua tradução literal é "primeiro-segundo", descrevendo o desenvolvimento da doença em uma criança mais velha que foi desmamada de sua mãe quando uma irmã ou um irmão mais novo nasceu.

Kwashiorkor

Cetoacidose

Quando o suprimento de glicose é limitado, a decomposição dos ácidos graxos e de alguns aminoácidos nas células hepáticas eleva os níveis de acetil-CoA e resulta na produção de pequenos ácidos orgânicos chamados **corpos cetônicos**. A maioria desses compostos difunde-se para fora do fígado e se acumula na corrente sanguínea. Um dos corpos cetônicos, a acetona, frequentemente pode ser percebido no hálito de uma pessoa que tenha suprimido uma ou mais refeições. Essa condição se chama **cetose**. Ao longo do tempo, os corpos cetônicos podem acumular, baixando o pH sanguíneo e acidificando o sangue, uma condição chamada **cetoacidose**. Nos casos graves, o pH sanguíneo pode ficar abaixo de 7,05, e isso pode resultar em coma, arritmias cardíacas e morte. Um indivíduo com diabetes melito mal controlado ou não diagnosticado corre grande risco de desenvolver cetoacidose, pois o fígado responde como se a pessoa estivesse em inanição, catabolizando proteínas e lipídios, e liberando corpos cetônicos na circulação.

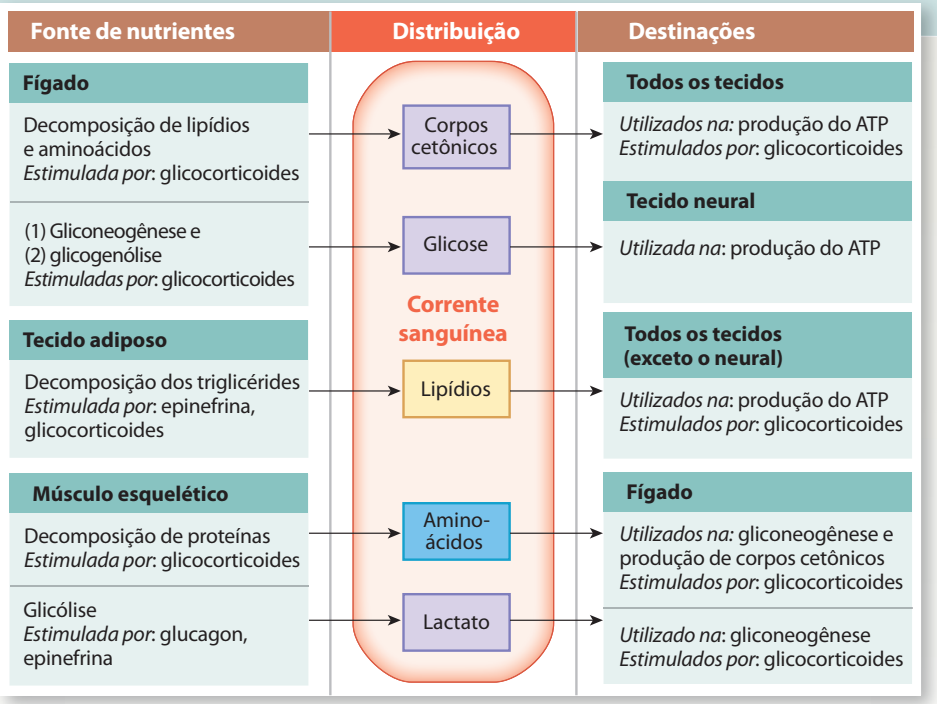
Gota

Quando o RNA é reciclado como parte da renovação metabólica, duas de suas bases nitrogenadas (adenina e guanina, bases púricas) não podem ser utilizadas como fonte de nutrientes e são catabolizadas em **ácido úrico**. Assim como a ureia, o ácido úrico é um produto residual relativamente atóxico, mas é bem menos solúvel do que a ureia. A ureia e o ácido úrico se chamam **resíduos nitrogenados**, pois são produtos residuais que contêm átomos de nitrogênio. As concentrações normais do ácido úrico no plasma são de, em média, 2,7-7,4 mg/dl, dependendo do gênero e da idade. Nas concentrações acima de 7,4 mg/dl, os fluidos corporais ficam saturados com ácido úrico. Os cristais insolúveis de ácido úrico (urato sódico) podem começar a se formar, acarretando a condição chamada **gota**. Inicialmente, as articulações dos membros, em especial a articulação metatarsofalângica do hálux, tendem a ser afetadas. Essa condição intensamente dolorosa, chamada **artrite gotosa**, pode persistir por vários dias e depois desaparecer por um período de dias a anos. A carne vermelha, os frutos do mar e a cerveja são ricos em purinas, recomendando-se, assim, a limitação do consumo desses alimentos.

Artrite gotosa aguda do hálux

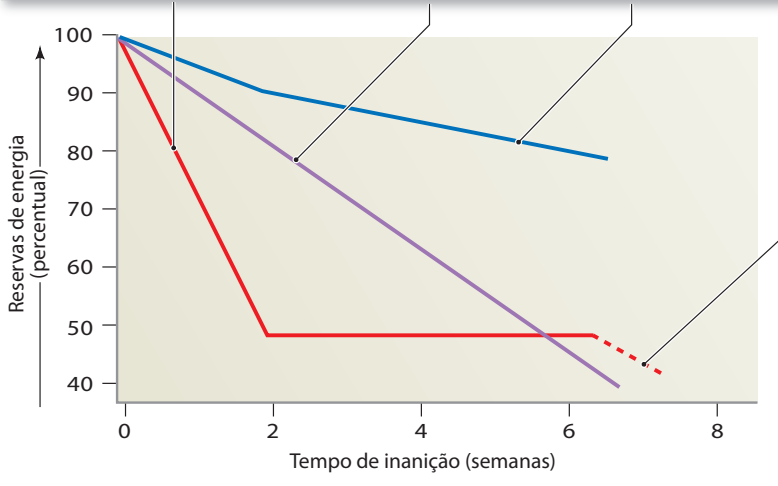
Inanição e reservas metabólicas

As *reservas metabólicas* são substratos orgânicos no corpo que podem ser metabolizados para obter o ATP necessário para manter a vida. As reservas metabólicas de um indivíduo comum, com 70 kg, incluem lipídios, proteínas e carboidratos. Em razão do seu alto teor energético, o tecido adiposo representa uma porcentagem desproporcional da reserva total na forma de triglicérides. A maior parte da reserva proteica disponível está situada nas proteínas contráteis do músculo esquelético. As reservas de carboidrato são relativamente pequenas e suficientes para apenas algumas horas ou, no máximo, de um dia para o outro.



O gráfico a seguir acompanha as mudanças nas reservas metabólicas de um indivíduo com 70 kg durante jejum prolongado. Quando as proteínas passam a ser utilizadas para obtenção de energia, os rins começam a ajudar o fígado, catabolizando aminoácidos e gerando mais moléculas de glicose.

1. A utilização de carboidratos diminui quase imediatamente, assim que as reservas se esgotam. Como os níveis sanguíneos da glicose diminuem, a gliconeogênese acelera, utilizando glicerol, aminoácidos e lactato. Os adipócitos fornecem o glicerol e o músculo esquelético fornece principalmente os aminoácidos e o lactato.
2. A gliconeogênese está associada basicamente ao catabolismo dos ácidos graxos.
3. As proteínas estruturais são as últimas a serem metabolizadas, por exemplo, as proteínas contráteis do músculo esquelético, imediatamente disponíveis. O indivíduo em jejum fica gradualmente mais fraco e letárgico, enquanto o catabolismo proteico e as alterações no pH estressam e enfraquecem os sistemas periféricos.
4. Quando as concentrações de glicose não podem mais ser mantidas acima de 40-50 mg/dl, o indivíduo fica desorientado e confuso. A consequente causa da morte pode ser insuficiência renal, cetoacidose, deficiência proteica ou hipoglicemia.



Revisão do Módulo 16.9

a. Descreva resumidamente a fenilcetonúria (PKU).

b. Defina doença por deficiência proteica e cite um exemplo.

c. O que são as reservas metabólicas?

1. Atividade de associação

Faça a correspondência entre cada um dos seguintes termos e o item mais adequado.

• Lipogênese	a	_____	Hormônio do tecido adiposo
• Hipovitaminose	b	_____	Fonte de reservas de glicogênio
• Lipólise	c	_____	Vitaminas hidrossolúveis
• A, D, E, K	d	_____	Produto do catabolismo dos ácidos graxos e dos aminoácidos no fígado
• Desnutrição	e	_____	Síntese lipídica
• Leptina	f	_____	Condição decorrente da deficiência vitamínica
• Corpos cetônicos	g	_____	Vitaminas lipossolúveis
• Caloria	h	_____	Transporte lipídico
• Ácido úrico	i	_____	Produto da decomposição anaeróbica da glicose
• Complexo B e C	j	_____	Decomposição lipídica
• Inibe o centro de alimentação	k	_____	Gota
• Lipoproteínas	l	_____	Unidade de energia
• Ácido pirúvico	m	_____	Absorção inadequada ou excessiva de nutrientes
• Músculo esquelético	n	_____	Papel do centro de saciedade

2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item mais adequado para completar cada frase.

a A absorção intestinal dos nutrientes ocorre principalmente no _____.
- duodeno
- ileocecal
- íleo
- jejuno

b Quando as concentrações sanguíneas da glicose estão altas, as moléculas de glicose são _____.
- catabolizadas para obtenção de energia ou convertidas em glicogênio para armazenamento
- utilizadas para criar proteínas
- utilizadas no reparo tecidual
- todas as opções

c A maior parte dos lipídios absorvidos pelo sistema digestório é transferida imediatamente para _____.
- o fígado
- os eritrócitos
- os hepatócitos para armazenamento
- a circulação venosa pelo ducto torácico

d A hipervitaminose que envolve vitaminas hidrossolúveis é relativamente rara porque _____.
- a quantidade excedente é armazenada no tecido adiposo
- a quantidade excedente é facilmente excretada na urina
- a quantidade excedente é armazenada nos ossos
- os excedentes são facilmente absorvidos pelo tecido muscular esquelético

3. Resposta objetiva

a Qual é a diferença entre um aminoácido essencial e um aminoácido não essencial? _____

b Descreva três razões para o catabolismo proteico ser uma fonte pouco prática para se obter energia rapidamente. _____

c Cofator é um íon ou molécula orgânica (coenzima) que se liga ao sítio ativo de uma enzima. Apresente alguns exemplos de ambos os tipos de cofatores. _____

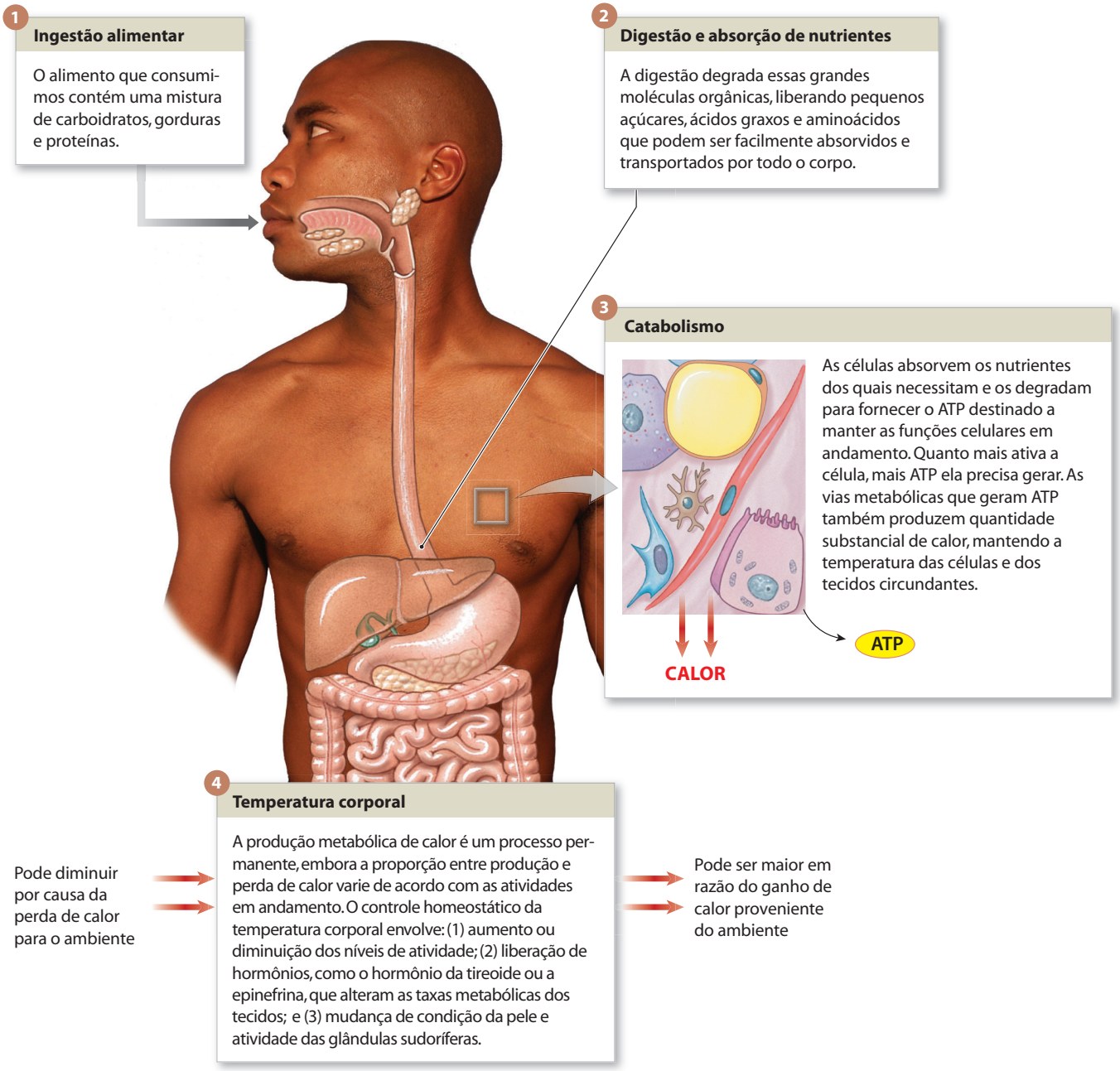
d Por que o fígado é o ponto central para regulação e controle metabólicos? _____

4. Integração de seções

Darla sofre de anorexia nervosa. Um dia ela é levada às pressas para uma sala de emergência por causa de arritmias cardíacas. Seu hálito apresenta odor característico de um hidrocarboneto aromático, e as amostras de sangue e urina contêm altos níveis de corpos cetônicos. Por que você acha que ela está sofrendo arritmias?

Metabolismo e uso da energia

A nutrição e o metabolismo têm um impacto direto na temperatura corporal. Essa ilustração fornece uma visão global dos processos envolvidos.



Esta seção considera a taxa metabólica do organismo e examina os fatores básicos envolvidos no controle da temperatura corporal.

16.10

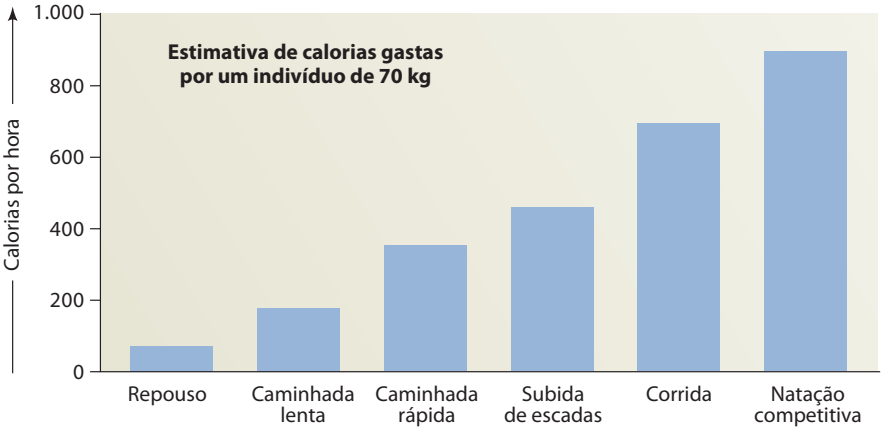
O corpo usa energia continuamente e, para manter temperatura corporal constante, deve haver equilíbrio entre produção e perda de calor

Bioenergética

A quantidade de energia necessária para manter as atividades biológicas do organismo varia de um momento para o outro. O estudo do fluxo e das transformações de energia é chamado de bioenergética. Um ponto de referência comum nos estudos de bioenergética é a **taxa metabólica basal (TMB)**, que corresponde ao gasto mínimo de energia, de um indivíduo em repouso e alerta.

1 Um método direto para determinar a TMB envolve o monitoramento da atividade respiratória. Se supusermos que quantidades médias de carboidratos, lipídios e proteínas estão sendo catabolizadas, são gastas 4.825 calorias por litro de oxigênio consumido.

2 Um indivíduo mediano tem uma TMB de 70 calorias por hora ou aproximadamente 1.680 calorias por dia. A depender de tamanho, gênero, peso e nível de atividade física de uma pessoa, seu consumo diária de energia pode ser várias vezes superior. Este gráfico mostra a quantidade aproximada de calorias gastas por hora em diferentes níveis de esforço físico.

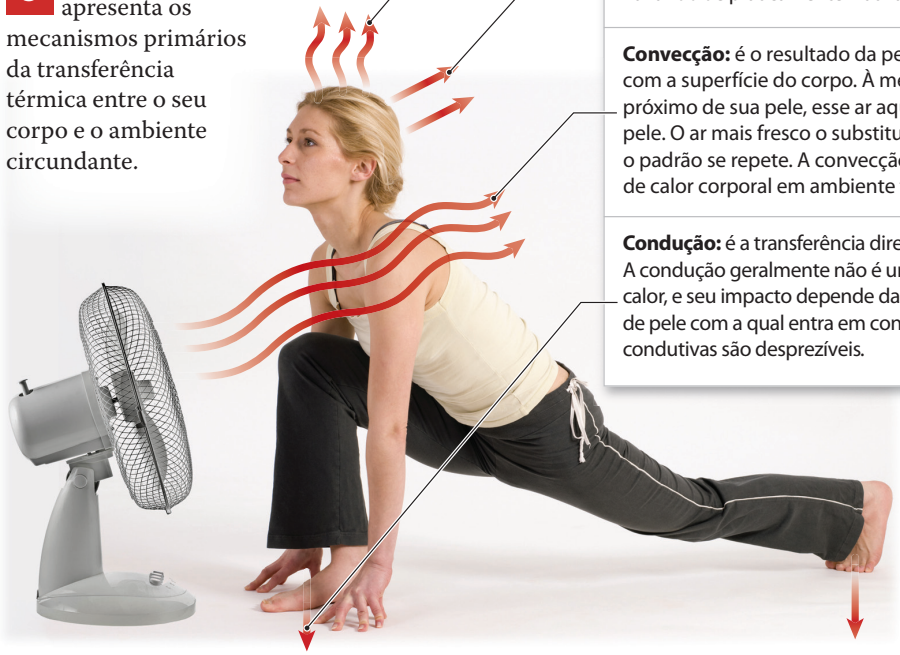


Para manter o equilíbrio energético, a ingestão alimentar deve ser adequada para manter as atividades em andamento. Todas as reações que geram ATP também geram calor. Cerca de 40% da energia liberada pelo catabolismo podem ser utilizados para produzir ATP e calor remanescente mantém a temperatura do citoplasma circundante. Quando os níveis de atividade aumentam, a produção de ATP acelera, gerando mais calor. O funcionamento enzimático normal requer um intervalo de temperatura relativamente estreito. O aumento de temperatura põe em risco as vias metabólicas e, por isso, é necessário que haja equilíbrio entre produção e perda de calor. Assim, esta seção termina com o tópico da **termorregulação** – o controle homeostático da temperatura corporal.

Ganho e perda de calor

Cerca de 60% da energia liberada pelo catabolismo é perdida na forma de calor que aquece os tecidos circundantes. Para a temperatura corporal se manter constante, a produção e a perda de calor devem ser mantidas em equilíbrio, independentemente das amplas variações nos níveis de atividade e nas condições ambientais.

3 Esta ilustração apresenta os mecanismos primários da transferência térmica entre o seu corpo e o ambiente circundante.



Mecanismos primários da transferência térmica

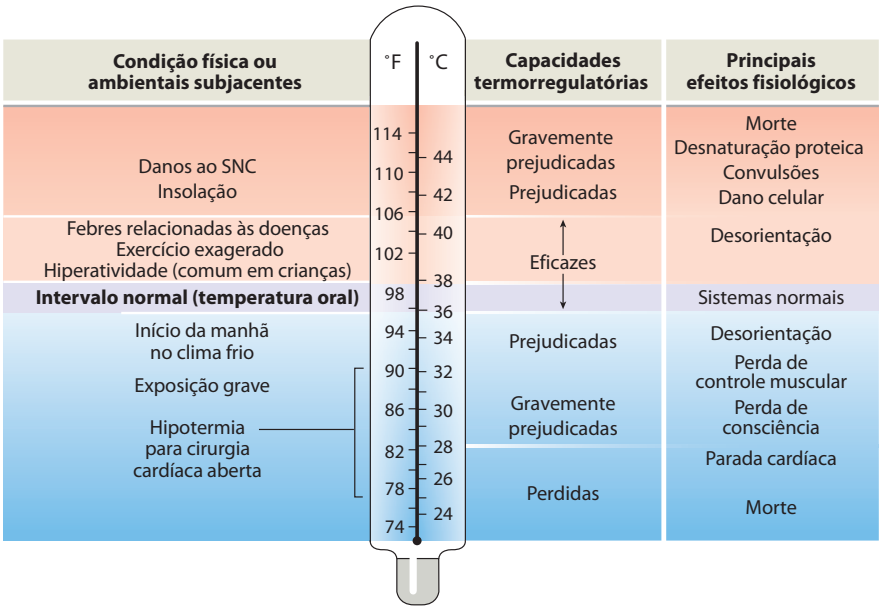
Radiação: os objetos quentes perdem energia térmica na forma de radiação infravermelha. Quando você sente o calor do sol, está detectando essa radiação. O seu corpo perde calor da mesma forma, mas em quantidades proporcionalmente menores. Mais de 50% do calor que você perde em um ambiente fechado são atribuíveis à radiação; a quantidade exata varia com a temperatura corporal e a temperatura da pele.

Evaporação: quando a água evapora, ela passa da forma líquida para a forma de vapor. A evaporação absorve energia – aproximadamente 0,58 calorias por grama de água evaporada – e resfria a superfície em que a evaporação ocorre. A cada hora, 20-25 ml de água atravessam os epitélios e evaporam das superfícies alveolares (dos pulmões através da respiração) e da superfície da pele (pela transpiração). As glândulas sudoríferas têm uma margem enorme de atividade, variando de praticamente inativas até taxas de perspiração de 2-4 litros por hora.

Convecção: é o resultado da perda de calor condutiva para o ar em contato com a superfície do corpo. À medida que o seu corpo conduz calor para o ar próximo de sua pele, esse ar aquece e sobe, afastando-se da superfície da pele. O ar mais fresco o substitui e, conforme esse ar, por sua vez, é aquecido, o padrão se repete. A convecção representa aproximadamente 15% da perda de calor corporal em ambiente fechado.

Condução: é a transferência direta de energia por meio do contato físico. A condução geralmente não é um mecanismo eficaz para ganhar ou perder calor, e seu impacto depende da temperatura do objeto e da quantidade de área de pele com a qual entra em contato. Quando você está em pé, as perdas condutivas são desprezíveis.

4 O diagrama abaixo mostra os efeitos de eventuais falhas no controle da temperatura corporal.



Revisão do Módulo 16.10

a. Defina taxa metabólica basal.

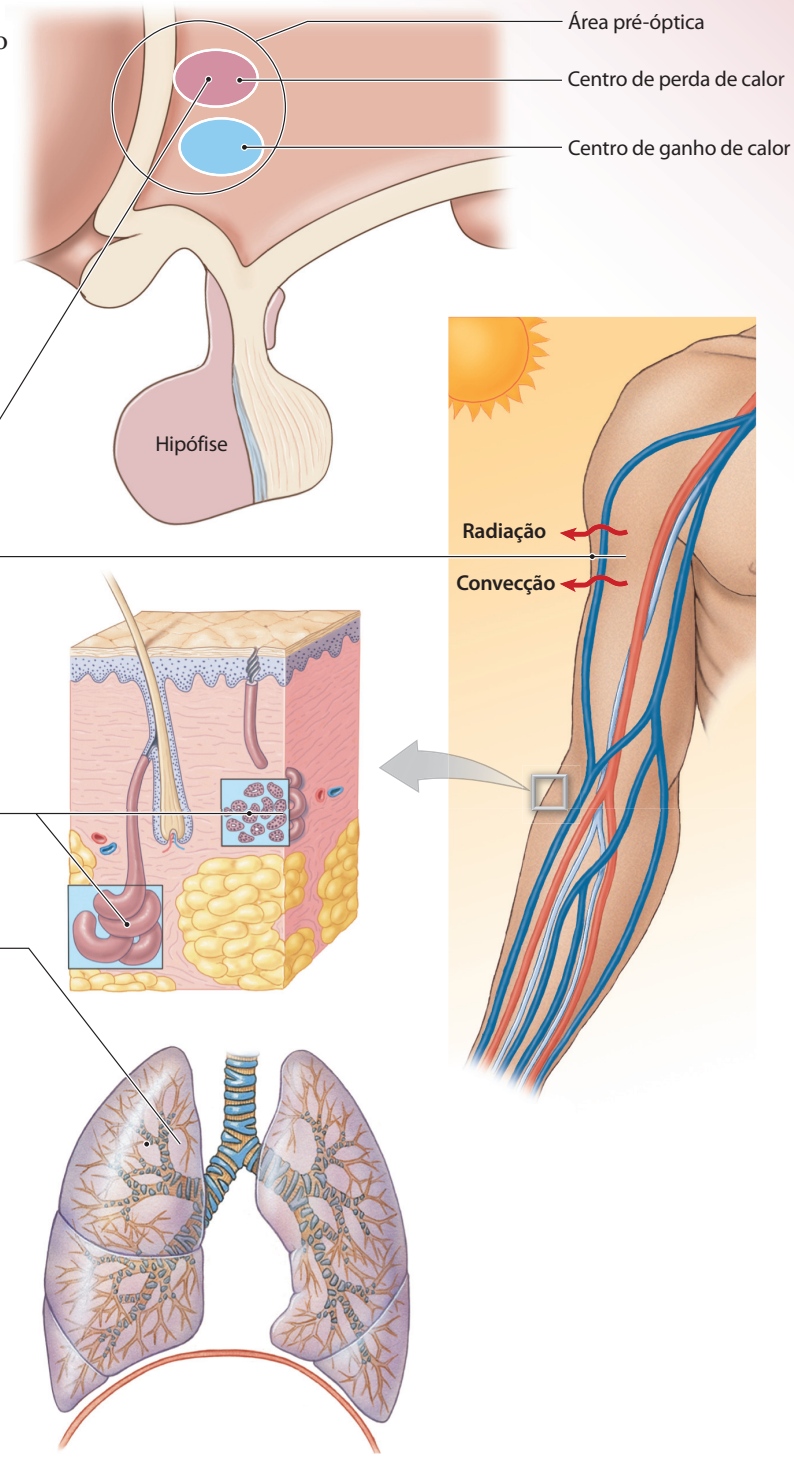
b. Qual processo de transferência térmica corresponde à metade da perda de calor de um indivíduo quando está em ambiente fechado?

c. Diferencie condução de convecção. Compare a perda de calor dos dois mecanismos.

Os centros termorreguladores no hipotálamo ajustam a perda e o ganho de calor

A perda e o ganho de calor envolvem as atividades de muitos sistemas. Essas atividades são coordenadas pelo **centro de perda de calor** e pelo **centro de ganho de calor**, respectivamente, na área pré-óptica do hipotálamo.

Quando a temperatura corporal aumenta



O centro de perda de calor coordena as respostas à elevação da temperatura corporal

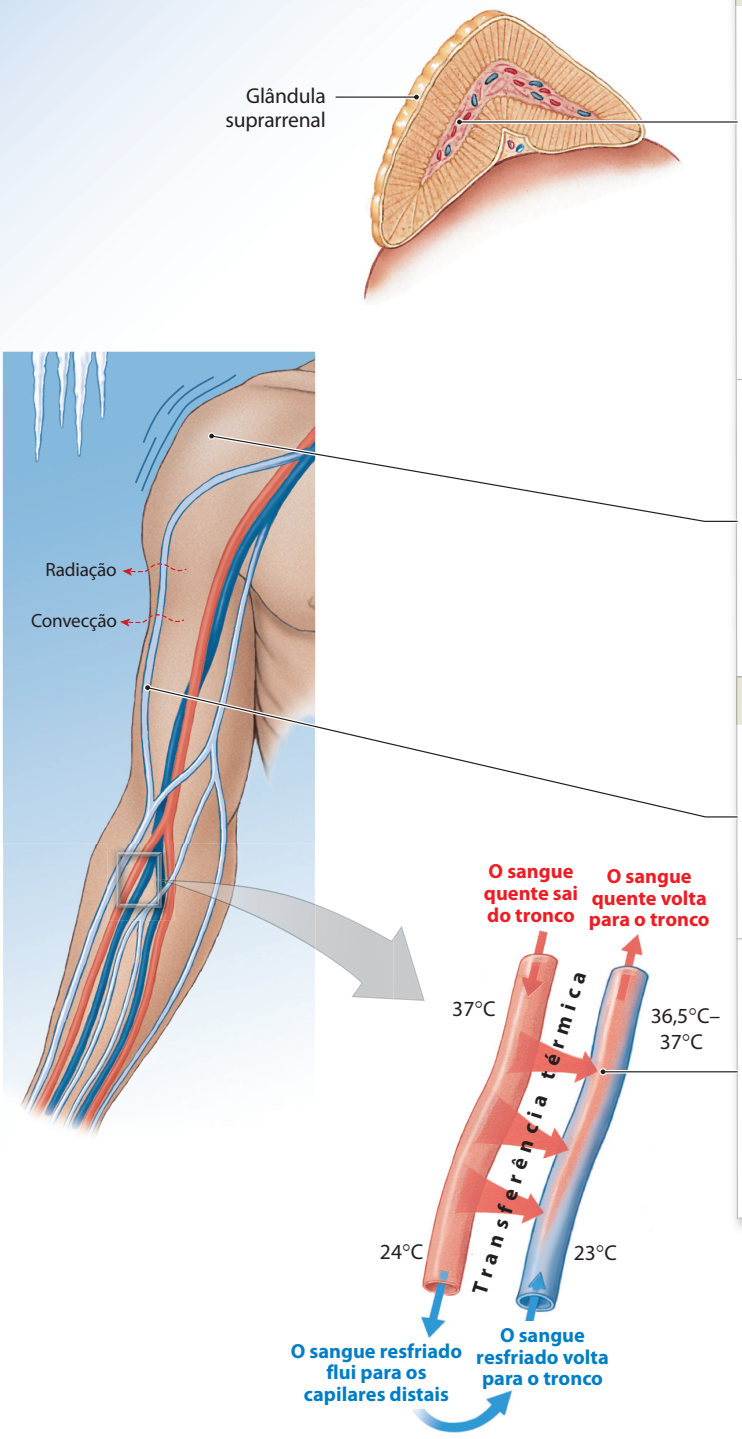
Mudanças comportamentais: uma sensação de desconforto resulta em respostas comportamentais – procurar uma sombra, ir para a água ou tomar outras medidas voluntárias para diminuir a temperatura corporal.

Vasodilatação e desvio de sangue para a superfície da pele: a inibição do centro vasomotor provoca vasodilatação periférica e o sangue quente flui para a superfície do corpo. A pele assume uma cor averme-lhada, a temperatura da pele sobe e as perdas por radiação e convecção aumentam.

Produção de suor: à medida que o fluxo sanguíneo para a pele aumenta, as glândulas sudoríferas são estimuladas a aumentar a produção de suor. A perspiração flui através da superfície do corpo e as perdas de calor por evaporação aceleram. A evaporação completa da máxima secreção de suor elimina 2.320 calorias por hora.

Perda térmica respiratória: os centros respiratórios são estimulados e a respiração fica mais profunda. Frequentemente, o indivíduo começa a respirar pela boca em vez de utilizar as vias nasais, aumentando as perdas de calor por evaporação através dos pulmões.

Quando a temperatura corporal diminui



O centro de ganho de calor coordena as respostas à diminuição da temperatura corporal

O centro de ganho de calor responde à baixa temperatura corporal de duas maneiras.

Aumento da produção de calor corporal

Termogênese sem tremor: são liberados hormônios que aumentam a atividade metabólica de todos os tecidos. A estimulação simpática das medulas das glândulas suprarrenais libera epinefrina, que aumenta rapidamente as taxas de glicogenólise no fígado e no músculo esquelético e a taxa metabólica da maioria dos tecidos. Nas crianças, mas raramente nos adultos, o centro de ganho de calor pode aumentar a secreção do hormônio de liberação da tirotropina (TRH) pelo hipotálamo quando a temperatura corporal fica abaixo do normal. O TRH estimula a liberação do hormônio estimulante da tireoide (TSH) pelo lobo anterior da hipófise e, como a taxa de liberação do hormônio da tireoide aumenta, também aumenta a taxa de catabolismo no corpo inteiro.

Termogênese com tremor: o aumento gradual no tônus muscular eleva o consumo de energia do tecido muscular esquelético por todo o corpo. Tanto os agonistas quanto os antagonistas estão envolvidos, e o tônus muscular aumenta gradualmente até o ponto em que a estimulação dos receptores de estiramento produzirá contrações oscilatórias breves tanto em agonistas quanto em antagonistas. Em outras palavras, ocorre o tremor causado pelo frio, bastante eficaz no aumento da temperatura corporal, proporcionando elevação da taxa de geração de calor em até 400%.

Conservação do calor corporal

Centro vasomotor: este centro diminui o fluxo sanguíneo para a derme, reduzindo as perdas por radiação e convecção. A pele resfria e, em função da restrição do fluxo sanguíneo, ela pode ter uma aparência azulada ou pálida. As células epiteliais não são danificadas, pois elas conseguem tolerar períodos prolongados em temperaturas variando dentro de um intervalo entre 25°C e 49°C.

Troca em contracorrente: as veias profundas situam-se ao lado das artérias profundas. O calor é conduzido do sangue mais aquecido, que flui na direção dos membros (sangue arterial), para o sangue mais frio, que retorna ao tronco (sangue venoso, que flui a partir dos membros). Essa organização aprisiona o calor perto do centro do corpo e reduz a perda térmica. A transferência de calor, água ou solutos entre os fluidos que se movem em sentidos opostos se chama **troca em contracorrente**.

Revisão do Módulo 16.11

a. Qual é o nome do mecanismo de conservação da temperatura que conduz calor das artérias profundas para as veias profundas adjacentes nos membros?

b. Descreva o papel da termogênese sem tremor na regulação da temperatura corporal.

c. Qual é o efeito da vasodilatação periférica sobre a temperatura corporal de um indivíduo?

1. Atividade de associação

Faça a correspondência entre cada um dos seguintes termos e o item mais adequado.

- Condução
- Taxa metabólica basal
- 40%
- Troca em contracorrente
- Hipotálamo
- Evaporação
- Termogênese com tremor-vasoconstrição periférica
- Termorregulação
- Energética
- Radiação
- 60%
- Vasodilatação periférica
- Termogênese sem tremor

a	_____	Estudo do fluxo de energia e suas alterações
b	_____	Processo de perda de calor mais importante em ambiente fechado
c	_____	Controle homeostático da temperatura corporal
d	_____	Processo de perda de calor associado ao suor
e	_____	Liberação de hormônios; aumento do metabolismo
f	_____	Percentual de energia catabólica liberada na forma de calor
g	_____	Estimulação do centro vasomotor
h	_____	Mecanismo de transferência de calor entre os vasos sanguíneos profundos nos membros
i	_____	Gasto energético em repouso
j	_____	Transferência direta de energia térmica por contato físico
k	_____	Percentual de energia catabólica capturada na forma de ATP
l	_____	Inibição do centro vasomotor
m	_____	Coordena os centros de perda e ganho de calor
n	_____	Resultado do aumento do tônus muscular esquelético

2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item mais adequado para completar cada frase.

a A TMB de um indivíduo é influenciada por _____ .

- gênero
- peso corporal
- idade
- todas essas opções

b Os quatro processos envolvidos na troca térmica com o ambiente são _____.

- bioenergética, conservação de calor, perda de calor e ganho de calor
- radiação, condução, convecção e evaporação
- tremor, sudorese, termorregulação e modificações comportamentais
- bioenergética, evaporação, hormônios e conservação de calor

c Os mecanismos primários para aumentar a perda de calor do corpo incluem _____.

- vasomotor e respiratório
- perspiração e tremor
- respostas fisiológicas e modificações comportamentais
- aclimatação e vasomotor

d Todas as seguintes são respostas a um aumento na temperatura corporal, exceto _____.

- estimulação dos centros respiratórios
- estimulação das glândulas sudoríferas
- vasoconstrição periférica
- vasodilatação periférica

e Se a ingestão alimentar diária ultrapassa as demandas energéticas totais, o excesso de energia é armazenado principalmente na forma de _____.

- triglicérides no tecido adiposo
- lipoproteínas no fígado
- glicogênio no fígado
- glicose na corrente sanguínea

f Seu corpo utiliza energia _____.

- apenas durante o dia
- apenas durante as atividades desgastantes
- apenas quando exposto ao frio
- continuamente

3. Resposta objetiva

a Como pode ser estimado o consumo de energia em repouso por meio da monitoração da utilização de oxigênio? _____

_____

_____

b Descreva as respostas geradas pelo centro de ganho de calor.

_____

_____

_____

c Descreva os mecanismos de ganho de calor, a curto e a longo prazo, envolvidos na termogênese sem tremor. _____

_____

_____

_____

_____

_____

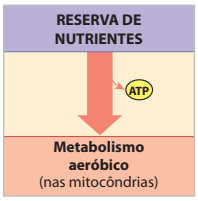
_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

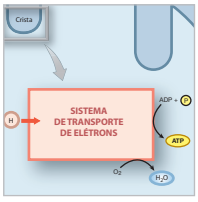
Introdução ao metabolismo celular



- metabolismo
- metabolismo celular
- catabolismo
- anabolismo
- renovação metabólica
- reserva de nutrientes

16.1

As células obtêm a maior parte do seu ATP do sistema de transporte de elétrons, o qual está ligado ao ciclo do ácido cítrico



- acetato
- acetil-CoA
- coenzimas
- ácido cítrico
- ciclo do ácido cítrico
- fosforilação oxidativa
- sistema de transporte de elétrons (STE)

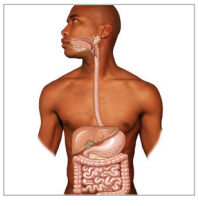
16.2

As células degradam qualquer substrato disponível proveniente da reserva de nutrientes para obter a energia da qual necessitam

- reserva de nutrientes
- via catabólica
- via anabólica
- glicogênese
- glicogenólise
- gliconeogênese
- glicólise

SEÇÃO 2

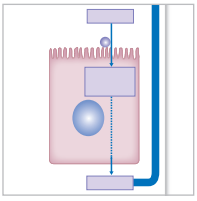
Digestão e metabolismo de nutrientes



- cavidade oral
- estômago
- duodeno
- jejuno
- veia porta hepática
- fígado

16.3

Os carboidratos normalmente são os substratos preferidos para o catabolismo e a produção do ATP em condições de repouso

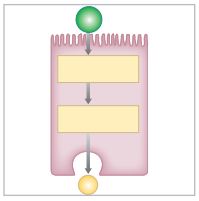


- amilase salivar
- maltase
- sacarase
- lactase
- flato
- fígado
- músculo esquelético
- glicose
- glicogênio
- insulina
- ácido pirúvico

• = *Termos em negrito neste módulo.*

16.4

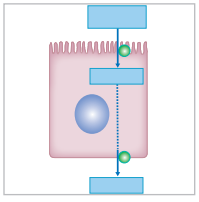
Os lipídios chegam à corrente sanguínea em quilomícrons; depois, o colesterol é extraído e liberado na forma de lipoproteínas



- lipase
- ácido linolênico
- ácido linoleico
- ácidos graxos essenciais
- sais biliares
- emulsificação
- micelas
- quilomícrons
- lipoproteínas
  - lácteos
  - ducto torácico
  - colesterol
- lipoproteínas de baixa densidade (LDL)
- lipoproteínas de alta densidade (HDL)

16.5

Um aminoácido desnecessário para a síntese proteica pode ser degradado ou convertido em um aminoácido diferente



- pepsina
- enteropeptidase
- tripsina
- quimotripsina
- carboxipeptidase
- elastase
- peptidases
  - veia porta
  - fígado
- aminoácidos não essenciais
- aminoácidos essenciais

16.6

Vitaminas e minerais são essenciais para a função de muitas vias metabólicas

- nutrição
- vitaminas
- minerais
- vitaminas hidrossolúveis
- fator intrínseco
- vitaminas lipossolúveis
- hipovitaminose
- hipervitaminose
- cofatores

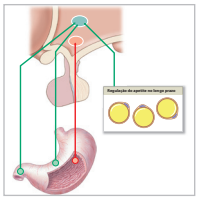
16.7

A nutrição adequada depende da ingestão de uma dieta balanceada

- dieta balanceada
- desnutrição
- grupos de alimentos básicos
- www.choosemyplate.gov
- calorias
- quilocaloria
- caloria
- proteínas completas
- proteínas incompletas

16.8

O controle do apetite é complexo e envolve mecanismos de curto e longo prazo



- centro da fome
- centro de saciedade
- neuropeptídeo Y (NPY)
- grelina
- leptina
- transtornos alimentares
- anorexia
- anorexia nervosa
- bulimia
- obesidade
- índice de massa corporal (IMC)
- obesidade regulatória
- obesidade metabólica

16.9

Os transtornos metabólicos podem resultar de nutrição inadequada, problemas bioquímicos ou inanição

- fenilcetonúria (PKU)
- doenças causadas por deficiência proteica
- síndrome de kwashiorkor
- corpos cetônicos
- cetose
- cetoacidose
- ácido úrico
- resíduos nitrogenados
- gota
- artrite gotosa
- reservas metabólicas

16.10

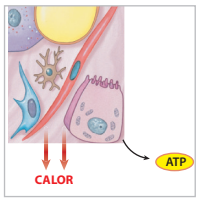
O corpo usa energia continuamente e, para manter temperatura corporal constante, deve haver equilíbrio entre produção e perda de calor

- bioenergética
- taxa metabólica basal (TMB)
- termorregulação
- transferência térmica
- radiação
- convecção
- evaporação
- condução

SEÇÃO 3

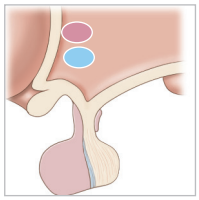
Metabolismo e uso da energia

- ingestão alimentar
- digestão e absorção de nutrientes
- catabolismo
- temperatura corporal



16.11

Os centros termorreguladores no hipotálamo ajustam a perda e o ganho de calor



- centro de perda de calor
- centro de ganho de calor
- área pré-óptica
- mudanças comportamentais
- vasodilatação e desvio de sangue para a superfície da pele
- produção de suor
- perda térmica respiratória
- termogênese sem tremor
- termogênese com tremor
- centro vasomotor
- troca em contracorrente

• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Nutricionista

A PROFISSÃO

Uma das principais funções do nutricionista é o aconselhamento voltado à melhoria ou manutenção da saúde por meio da qualidade da alimentação. O profissional pode coordenar programas de alimentação em ambientes coletivos, como empresas e hospitais, bem como elaborar dietas individuais ou em grupo para pacientes com necessidades específicas – por exemplo, pacientes obesos, diabéticos ou renais.

O conhecimento de anatomia e fisiologia do corpo humano é fundamental para a compreensão dos processos mecânicos e bioquímicos envolvidos tanto na depuração e absorção de nutrientes quanto na eliminação de resíduos alimentares. A profissão requer também conhecimentos sobre métodos de higienização e preparo de refeições para o melhor consumo.

A legislação brasileira prevê ao menos vinte funções diferentes nas quais o nutricionista pode trabalhar. A maioria das especialidades está na área clínica. Estas podem ser bastante específicas, como o acompanhamento das nutrições enterais e parenterais, ou a nutrição oncológica, voltada para pacientes em tratamento de câncer.

Além disso, também de acordo com a legislação, qualquer empresa, pública ou privada, que desenvolva atividades na área de alimentação ou nutrição, como redes de restaurantes ou fabricantes de alimentos, deve obrigatoriamente ter um nutricionista responsável, que supervisionará todo o processo de produção.

Saiba mais

Conselho Federal de Nutricionistas – www.cfn.org.br

Associação Brasileira de Nutrição – www.asbran.org.br

Federação Nacional dos Nutricionistas – www.fnn.org.br

Essa carreira é ideal para você? O nutricionista tem de saber lidar com pessoas e sempre dependerá dessa habilidade, tanto para acompanhar o paciente quanto para interagir com os diversos profissionais com quem trabalhará – desde médicos e psicólogos a cozinheiros, químicos e engenheiros de alimentos. Ao gerir uma equipe, deve procurar desenvolver também as capacidades de decisão e autocontrole.

Formação O curso de Nutrição tem sua base curricular calcada na área médica, com disciplinas como Patologia, Anatomia, Fisiologia e Bioquímica. Em paralelo, o aluno entra em contato com a ciência dos alimentos, como suas composições químicas, higiene alimentar e avaliações nutricionais, além dos

métodos de preparo de alimentos. Algumas faculdades oferecem disciplinas optativas nas áreas de gestão e marketing.

Nos quatro anos de curso, há estágios obrigatórios – normalmente em órgãos vinculados às próprias universidades – que viabilizam experiência prática em diversas áreas da Nutrição. Também é exigido um estágio externo, em área escolhida pelo graduando.

Remuneração média O piso salarial varia entre os estados e de acordo com o setor. Em São Paulo, os valores vigentes em 2014 giravam entre R$ 1.826,00 (restaurantes) e R$ 2.130,00 (clínico), conforme o sindicato nacional da categoria. A jornada de trabalho máxima é de 44 horas semanais. Para exercer a profissão, é obrigatório ter registro no Conselho Federal de Nutricionistas (CFN).

Perspectivas profissionais Poucas profissões têm mercado de trabalho tão amplo. A área mais procurada é a clínica, que envolve, por exemplo, o tratamento de pacientes com doenças crônicas, os que não podem se alimentar por via oral ou aqueles que apresentam transtornos alimentares. Na área esportiva, a função principal é a determinação da dieta de atletas de alto rendimento.

Em empresas, o trabalho não fica apenas nos refeitórios, incluindo também o setor de benefícios, como cestas básicas. Na indústria alimentícia, pode-se participar do desenvolvimento de produtos em conjunto com engenheiros e cientistas de alimentos. O mesmo vale para grandes redes de restaurantes, como as de *fast-food*.

Em alguns estados brasileiros, restaurantes que servem ao menos 50 refeições diárias devem ter a supervisão de um nutricionista. Há projetos tramitando na Câmara dos Deputados visando estender a obrigatoriedade a todo o país.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

O setor público também oferece oportunidades, especialmente em programas de prevenção, como o Saúde da Família, que combate a desnutrição e a fome nas populações carentes.

Outro mercado em alta é o de personal diet. Nesse serviço, o nutricionista elabora minuciosamente cardápios balanceados diários, de acordo com as necessidades do paciente.

Fontes consultadas

Associação Brasileira de Nutrição. Site: <www.asbran.org.br>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Conselho Federal de Nutricionistas. Site: <www.cfn.org.br>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Federação Nacional dos Nutricionistas. Site: <www.fnn.org.br>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Guia de profissões – Nutrição. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br/vestibular/interna/0,,OI3014161-EI11810,00-Nutricao.html>. Acesso em: 24 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Capítulo 16 – Questões de revisão

1. Por que as vitaminas e os minerais são componentes essenciais da alimentação?
2. Carlos fez um exame de sangue que revelou um nível normal de LDL, mas um nível alto de HDL em seu sangue. Como sua família tem história de doença cardiovascular, ele quer saber se deveria mudar o seu estilo de vida. O que você diria a ele?
3. Que efeito a vasoconstrição e a vasodilatação cutâneas produzem sobre temperatura corporal?
4. De que modo o cérebro está envolvido na regulação da temperatura corporal?
5. Por que uma pessoa com inanição é mais suscetível a uma doença infecciosa do que uma pessoa bem nutrida?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

17

Sistema urinário e os equilíbrios hidroeletrolítico e ácido-base

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Anatomia do sistema urinário

17.1 Descrever a localização e as características estruturais dos rins.
17.2 Descrever a estrutura do néfron, mencionar as funções de cada região nefrônica e descrever os processos envolvidos na formação da urina.
17.3 Traçar o caminho do fluxo sanguíneo através do rim e comparar o padrão do fluxo sanguíneo nos néfrons corticais e nos néfrons justamedulares.

SEÇÃO 2 • Visão global da fisiologia renal

17.4 Discutir filtração, reabsorção e secreção em cada região do néfron e do sistema coletor e descrever as estruturas e funções do corpúsculo renal.
17.5 Descrever como o hormônio antidiurético (ADH) influencia o volume e a concentração da urina.
17.6 Resumir as etapas principais envolvidas na reabsorção da água e na produção da urina.
17.7 **MÓDULO CLÍNICO** Comparar e diferenciar a insuficiência renal crônica e aguda, e explicar a hemodiálise.

SEÇÃO 3 • Armazenamento e eliminação da urina

17.8 Descrever as estruturas e funções dos ureteres, bexiga urinária e uretra, e explicar o reflexo de micção.
17.9 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever os transtornos urinários comuns relacionados ao débito e à frequência, e descrever uma urinálise e seus achados típicos e atípicos.

SEÇÃO 4 • Equilíbrio hidroeletrolítico

17.10 Explicar o que significa equilíbrio hídrico e mineral, e discutir a importância da homeostase.
17.11 Resumir a relação entre o sódio e a água na manutenção do equilíbrio hídrico e eletrolítico (ou hidroeletrolítico).

SEÇÃO 5 • Equilíbrio ácido-base

17.12 Explicar o papel dos sistemas tampão na manutenção do equilíbrio ácido-base e do pH.
17.13 Explicar o papel dos sistemas tampão na regulação do pH dos fluidos intracelulares e extracelulares.
17.14 Descrever os mecanismos compensatórios na manutenção do equilíbrio ácido-base.

Anatomia do sistema urinário

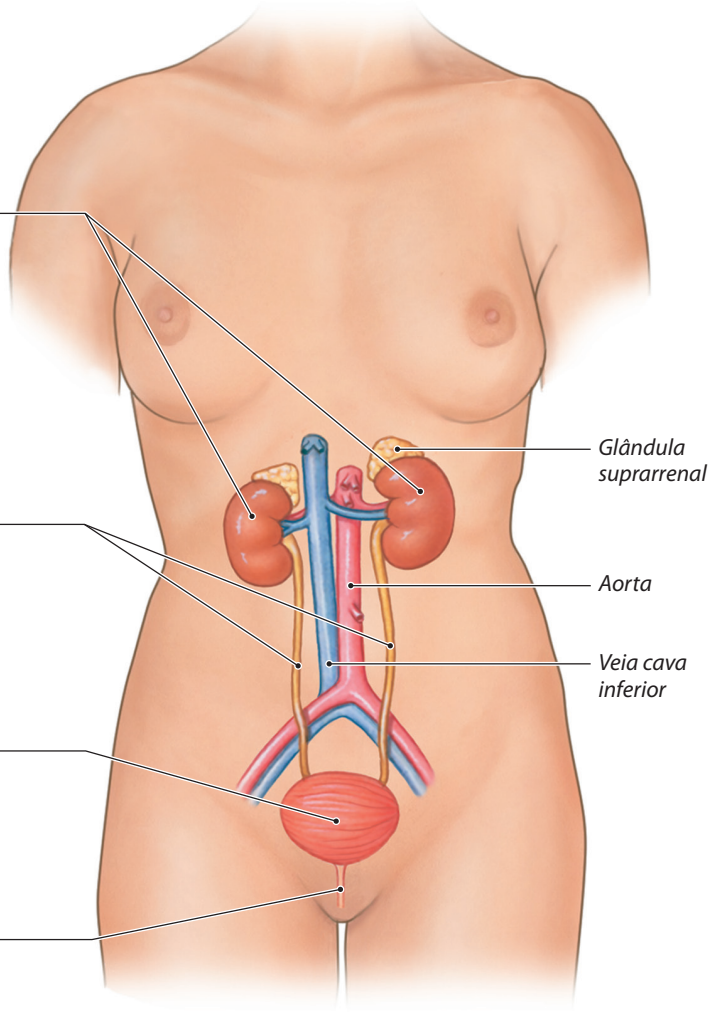
O **sistema urinário** elimina o excesso de água, sais e resíduos metabólicos, produzindo urina. Nesta seção, consideramos a anatomia funcional dos componentes do sistema urinário: rins, ureteres, bexiga urinária e uretra. As próximas seções consideram como os rins removem os resíduos metabólicos da corrente sanguínea para produzir urina, como o processo é regulado e como a urina é eliminada através dos órgãos do **trato urinário**.

Os dois **rins** são muito ativos em termos de metabolismo. Mesmo em repouso, recebem aproximadamente 25% do débito cardíaco. Os rins desempenham as funções excretórias do sistema urinário e produzem **urina**, um fluido contendo água, íons e pequenos compostos solúveis.

Os **ureteres** recebem a urina dos rins e a conduzem para a bexiga urinária. O movimento da urina envolve uma combinação de gravidade e contrações peristálticas do músculo liso nas paredes dos ureteres.

A **bexiga urinária** recebe e armazena a urina antes de sua eliminação do corpo. A contração do músculo liso nas paredes da bexiga urinária aciona a **micção**, que é a ejeção da urina.

A **uretra** é uma passagem que conduz a urina da bexiga urinária para o lado de fora do corpo.



Funções do sistema urinário

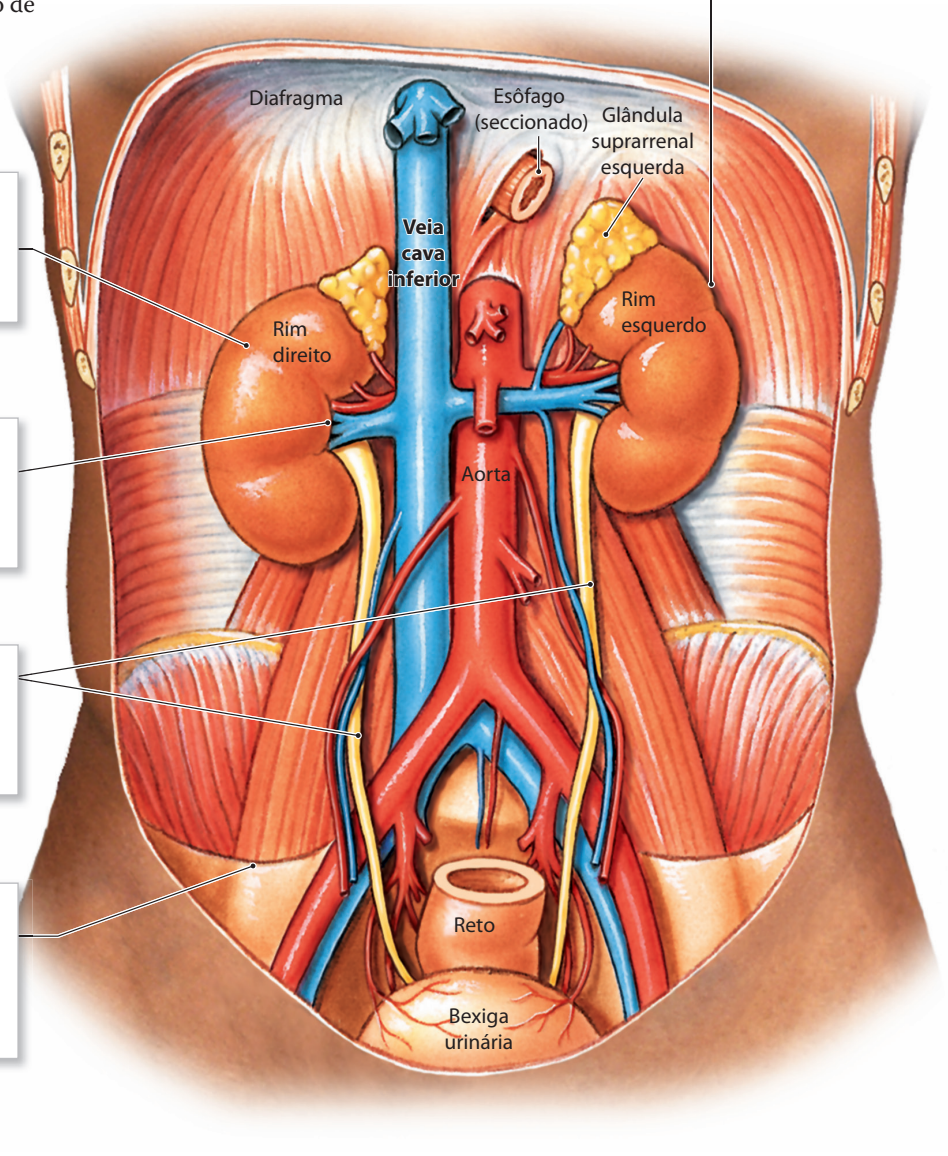
- Ajustar o volume sanguíneo e a pressão arterial
- Regular a concentração plasmática de sódio, potássio, cloro e de outros íons
- Estabilizar o pH sanguíneo
- Conservar nutrientes valiosos
- Remover drogas, toxinas e resíduos metabólicos da corrente sanguínea

Os rins são um par de órgãos retroperitoneais

Neste módulo você aprenderá sobre a localização dos rins e seu posicionamento em relação ao esqueleto axial e aos órgãos da cavidade abdominopélvica. Também verá como os rins são sustentados, protegidos e mantidos em suas posições. (Ao longo do livro, você encontrará, muitas vezes, o termo "renal", que significa "relativo aos rins".)

1 Esta visualização anterior mostra rins, ureteres, bexiga urinária e os vasos sanguíneos associados. Como os rins estão em uma posição retroperitoneal, eles só podem ser vistos claramente em uma visualização anterior após a remoção de outros órgãos abdominais.

A **fáscia renal** é uma camada densa e fibrosa que recobre e prende o rim nas estruturas circundantes.



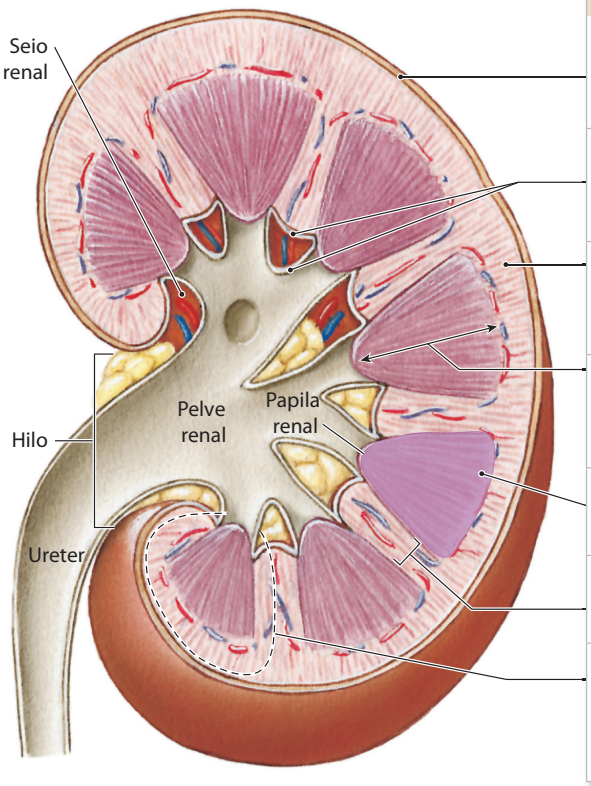
Um **rim** adulto típico é castanho-avermelhado e tem cerca de 10 cm de comprimento, 5,5 cm de largura e 3 cm de espessura. Cada rim pesa aproximadamente 150 g.

O **hilo**, uma endentação medial proeminente, é o ponto de entrada da artéria renal e dos nervos renais, e o ponto de saída da veia renal e do ureter.

Os **ureteres** passam inferiormente e cruzam as faces anteriores da artéria e da veia ilíacas externas antes de se abrirem na superfície posteroinferior da bexiga urinária.

Esta é a borda cortada do peritônio parietal posterior, que foi removido. Rins, glândulas suprarrenais e ureteres situam-se entre os músculos da parede corporal posterior e o peritônio parietal, em uma posição retroperitoneal.

2 Este diagrama mostra um rim seccionado, com seus principais pontos de referência e características. Os vasos sanguíneos relacionados ao rim passam pelo hilo.



Principais estruturas de referência do rim

A **cápsula fibrosa** que cobre a superfície externa do rim também reveste o **seio renal**, uma cavidade interna do rim. As camadas externa e interna são contínuas ao hilo.

Dentro do seio renal a cápsula fibrosa estabiliza as posições do ureter, da pelve renal, dos vasos sanguíneos renais e dos nervos renais.

O **córtex renal** é a região superficial do rim que está em contato com a cápsula fibrosa. O córtex é castanho-avermelhado claro e granular.

A **medula renal** se estende do córtex renal até o seio renal. A medula renal é a parte interna castanho-avermelhada mais escura do rim.

A **pirâmide renal** é uma estrutura cônica, que se estende do córtex até a porção afilada chamada **papila renal**.

A **coluna renal** é uma faixa de tecido granular que separa as pirâmides adjacentes.

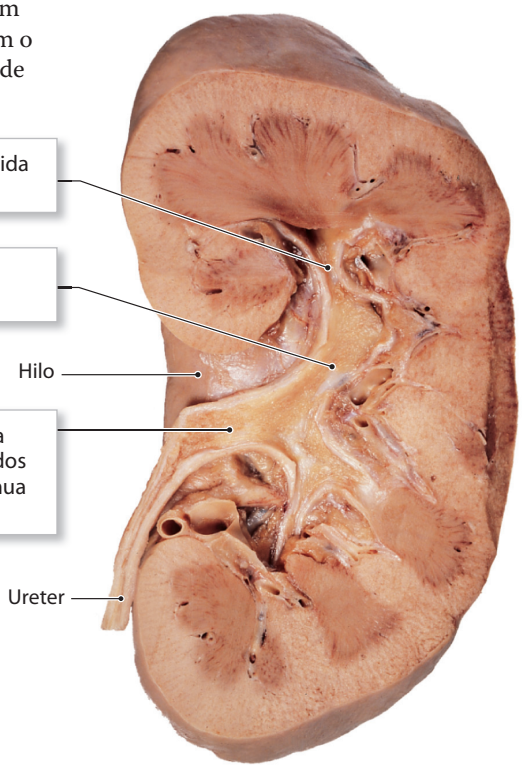
O **lobo renal** consiste em uma pirâmide renal, a área de córtex renal sobrejacente e os tecidos adjacentes das colunas renais. Cada rim contém 6-18 lobos renais. A urina é produzida nos lobos renais.

3 Este é o corte frontal de um rim humano. As legendas mostram o caminho da urina recém-formada, de dentro do rim até o ureter.

O **cálice menor** coleta a urina produzida por um único lobo renal.

O **cálice maior** se forma por meio da fusão de 4-5 cálices menores.

A **pelve renal** é uma grande estrutura em forma de funil que coleta a urina dos cálices maiores. A pelve renal é contínua com o ureter.



Revisão do Módulo 17.1

a. Descreva a localização dos rins.

b. Descreva os pontos de referência estruturais do rim.

c. Qual estrutura é uma massa cônica dentro da medula renal e que termina na papila renal?

Um néfron pode ser dividido em regiões; cada região tem funções específicas

1 **Néfron** é uma estrutura microscópica que desempenha as funções renais essenciais. Consiste em um **corpúsculo renal** e um **túbulo renal**. No corpúsculo renal, a pressão do sangue empurra a água e os solutos dissolvidos para fora dos capilares glomerulares, fazendo com que entrem em uma câmara – o **espaço capsular** – conectada ao lúmen do túbulo renal. A filtração produz uma solução essencialmente isenta de proteínas, conhecida como **filtrado**, que, não fosse pela ausência de proteínas, seria similar ao plasma sanguíneo. Após ser modificado pelo túbulo renal e pelo sistema coletor, o filtrado sai dos rins na forma de urina.

Néfron

2 **Túbulo contorcido proximal**

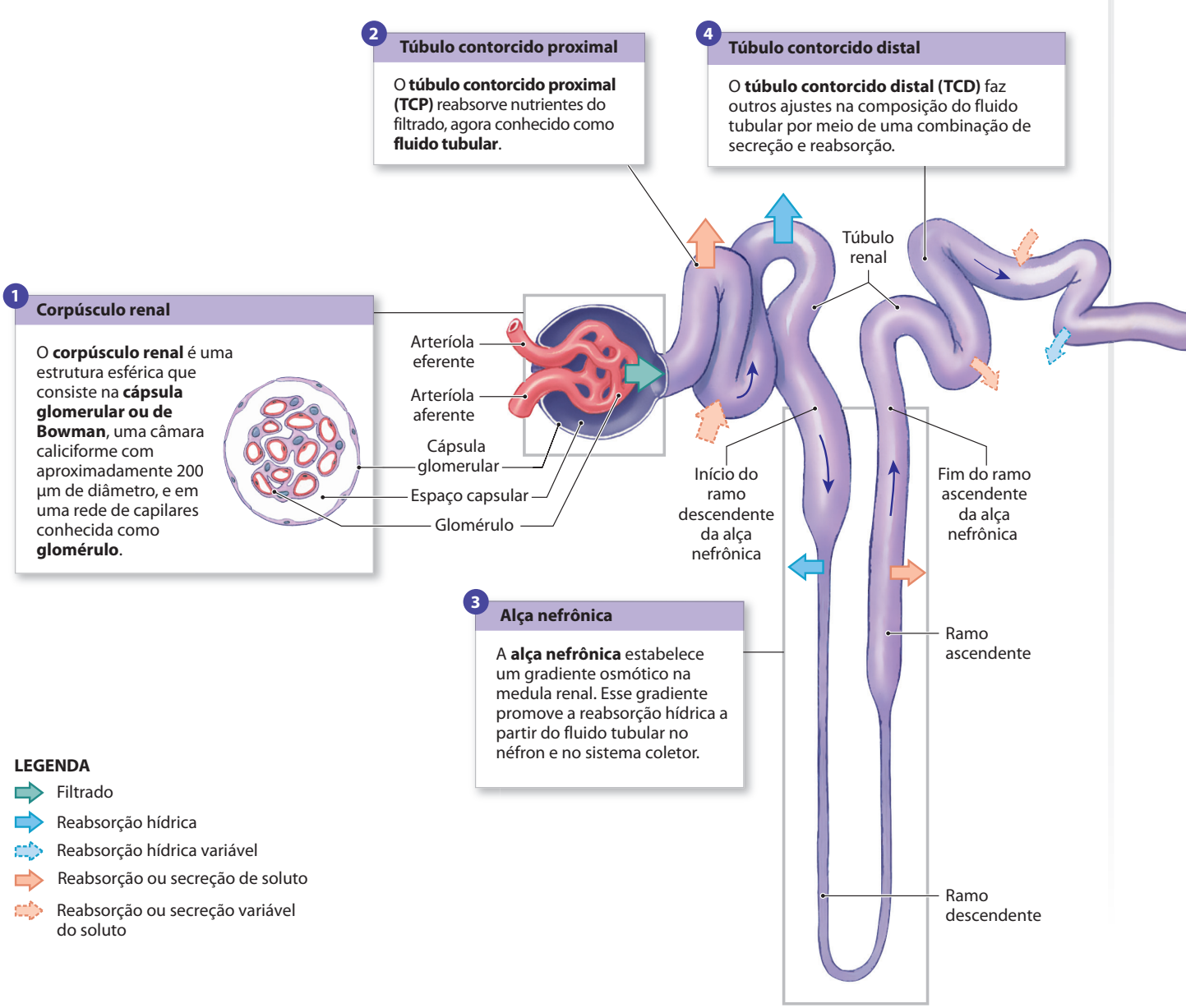
O **túbulo contorcido proximal (TCP)** reabsorve nutrientes do filtrado, agora conhecido como **fluido tubular**.

4 **Túbulo contorcido distal**

O **túbulo contorcido distal (TCD)** faz outros ajustes na composição do fluido tubular por meio de uma combinação de secreção e reabsorção.

1 **Corpúsculo renal**

O **corpúsculo renal** é uma estrutura esférica que consiste na **cápsula glomerular ou de Bowman**, uma câmara caliciforme com aproximadamente 200 µm de diâmetro, e em uma rede de capilares conhecida como **glomérulo**.



3 **Alça nefrônica**

A **alça nefrônica** estabelece um gradiente osmótico na medula renal. Esse gradiente promove a reabsorção hídrica a partir do fluido tubular no néfron e no sistema coletor.

LEGENDA

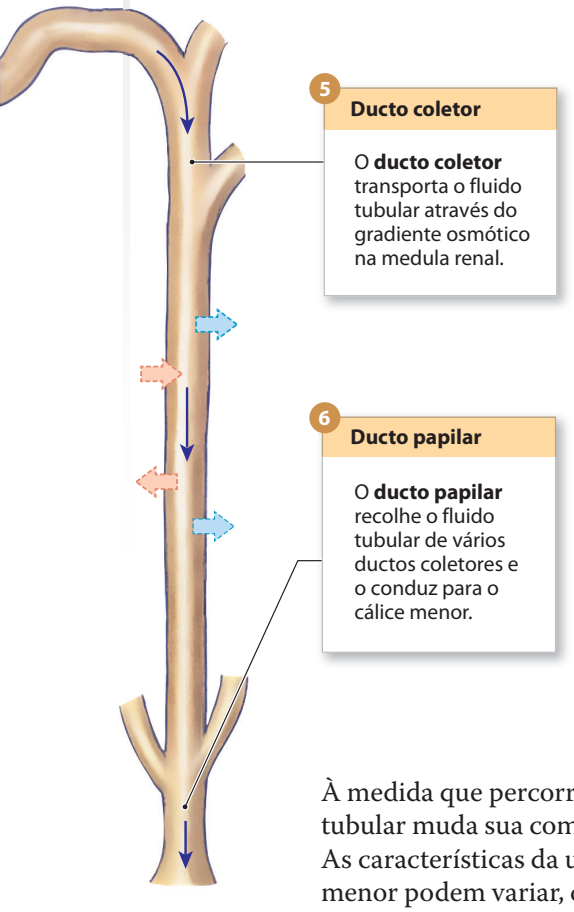
- Filtrado
- Reabsorção hídrica
- Reabsorção hídrica variável
- Reabsorção ou secreção de soluto
- Reabsorção ou secreção variável do soluto

2 Cada néfron conecta-se ao **sistema coletor**, uma série de tubos (ductos coletores) que transportam o fluido tubular que sai dos néfrons. Os ductos coletores recebem esse fluido de muitos néfrons. Cada ducto coletor começa no córtex renal e desce para a medula renal, transportando o fluido para um ducto papilar, que drena esse material para o cálice menor.

3 Aproximadamente 85% dos néfrons são **corticais**, ou seja, localizados quase inteiramente dentro do córtex superficial do rim. Os 15% restantes são **justamedulares**, isto é, néfrons com longas alças nefrônicas que se estendem profundamente para dentro da medula renal. Os néfrons justamedulares estabelecem as condições essenciais na medula renal para conservar água e produzir urina concentrada.

Sistema coletor

O sistema coletor recebe a urina de cada néfron e faz ajustes finais no volume e na composição da urina antes de conduzi-la para um cálice menor.

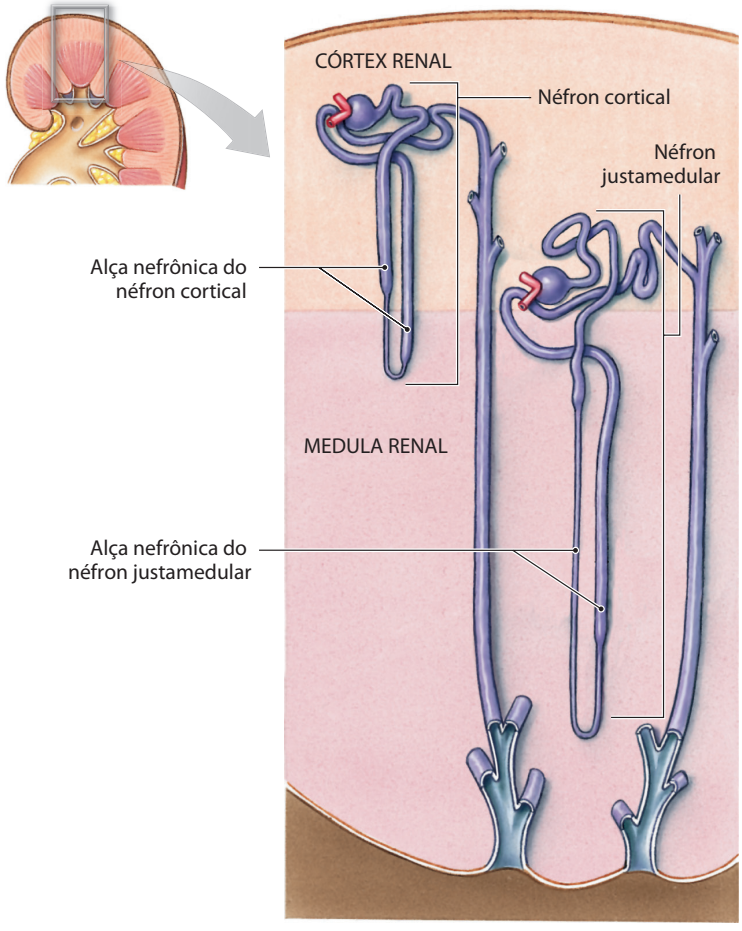


5 Ducto coletor

O **ducto coletor** transporta o fluido tubular através do gradiente osmótico na medula renal.

6 Ducto papilar

O **ducto papilar** recolhe o fluido tubular de vários ductos coletores e o conduz para o cálice menor.



À medida que percorre o túbulo renal, o fluido tubular muda sua composição gradualmente. As características da urina que entra no cálice menor podem variar, dependendo das atividades que ocorrem em cada segmento do néfron e do sistema coletor.

Revisão do Módulo 17.2

a. Mencione as estruturas primárias do néfron e do sistema coletor.

b. Identifique os componentes do corpúsculo renal.

c. Qual é a diferença entre o fluido formado no glomérulo e o plasma sanguíneo?

Os rins são altamente vascularizados e os padrões da circulação são complexos

1 Estes diagramas mostram o sistema **arterial** que irriga o rim (imagem superior, setas vermelhas) e o sistema **venoso** que drena o rim (imagem inferior, setas azuis).

As **artérias arqueadas** originam-se das artérias interlobares e formam um arco ao longo do limite entre o córtex renal e a medula renal.

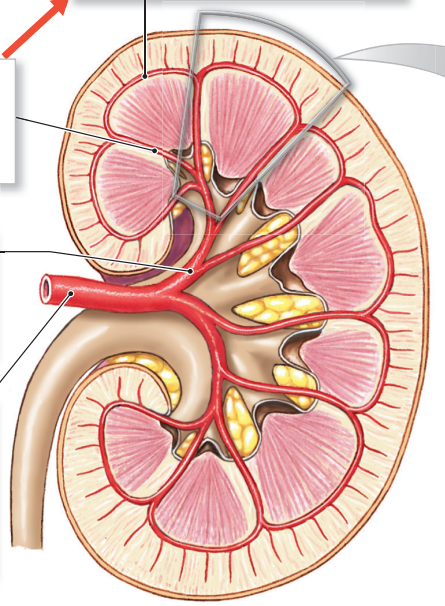
As **artérias interlobulares** irrigam as faces corticais dos lóbulos renais adjacentes.

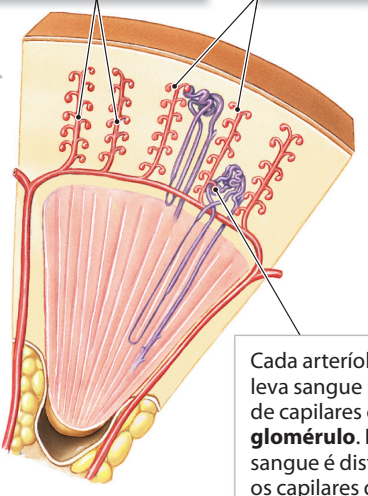
As **arteríolas aferentes**, ramificações das artérias interlobulares, fornecem sangue para cada um dos néfrons.

As **artérias interlobares** são ramificações das artérias segmentares e ramificam-se através das colunas renais.

As **artérias segmentares** se formam da ramificação da artéria renal, dentro do seio renal.

Cada rim recebe sangue através de uma **artéria renal** que se origina na aorta, perto da origem da artéria mesentérica superior.





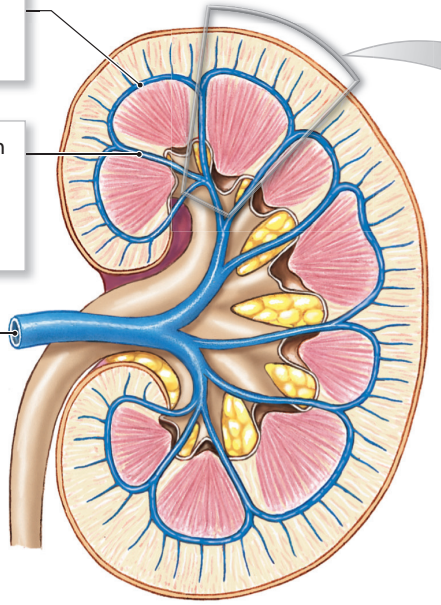
Cada arteríola aferente leva sangue para um tufo de capilares chamado **glomérulo**. Depois, o sangue é distribuído para os capilares do néfron, conforme detalhado em **2**.

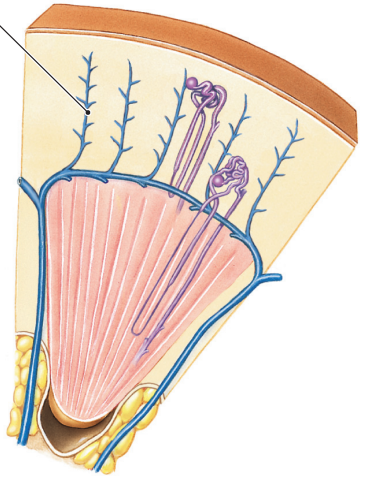
As **veias interlobulares** coletam o sangue dos capilares dos néfrons.

As **veias arqueadas** coletam o sangue das veias interlobulares associadas.

As **veias interlobares** coletam o sangue das veias arqueadas e drenam diretamente na veia renal, já que não há veias segmentares.

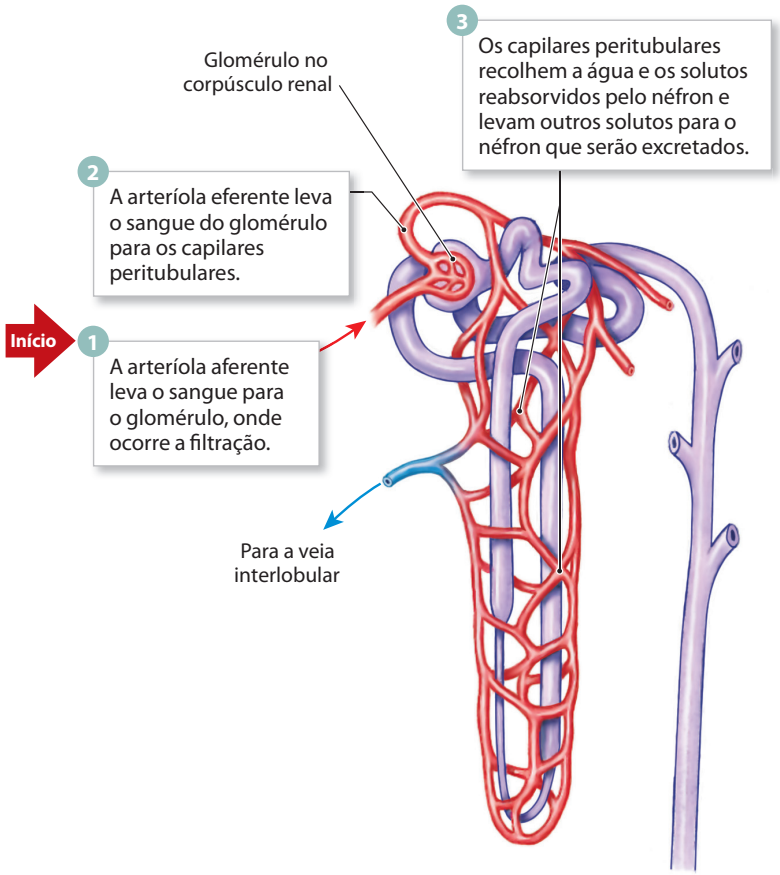
A **veia renal** devolve o sangue para a veia cava inferior.

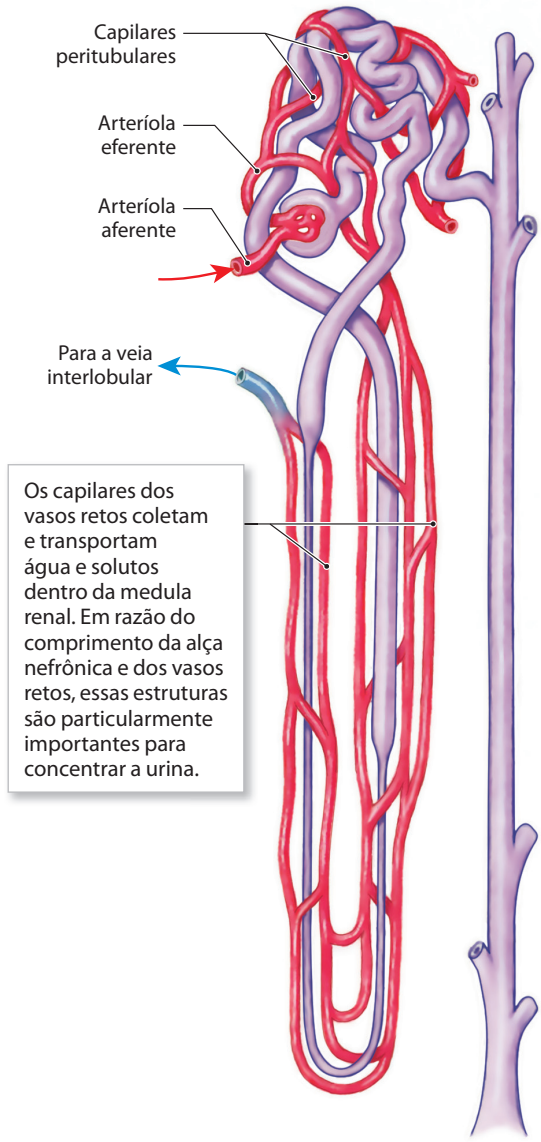




2 Em um néfron cortical, a alça nefrônica é relativamente curta e a **arteríola eferente** leva o sangue para uma rede de **capilares peritubulares**, que circundam todo o túbulo renal. Tanto os néfrons quanto os capilares peritubulares são circundados por fluido intersticial, chamado fluido peritubular. Esses capilares drenam em pequenas vênulas que levam o sangue para as veias interlobulares.

3 Em um néfron justamedular, os capilares peritubulares estão conectados aos **vasos retos** (*reta,* direto) – capilares longos e retos que seguem em paralelo com a alça nefrônica.





Cada rim tem aproximadamente 1,25 milhão de néfrons, somando um comprimento de cerca de 145 km. Os néfrons corticais e os justamedulares são inervados pelos nervos renais que entram no hilo e acompanham os ramos das artérias renais. A maioria das fibras nervosas envolvidas consiste em fibras pós-ganglionares simpáticas do plexo celíaco e dos nervos esplâncnicos inferiores. A inervação simpática ajusta o fluxo e a pressão do sangue nos glomérulos, estimulando a liberação da enzima renina.

Revisão do Módulo 17.3

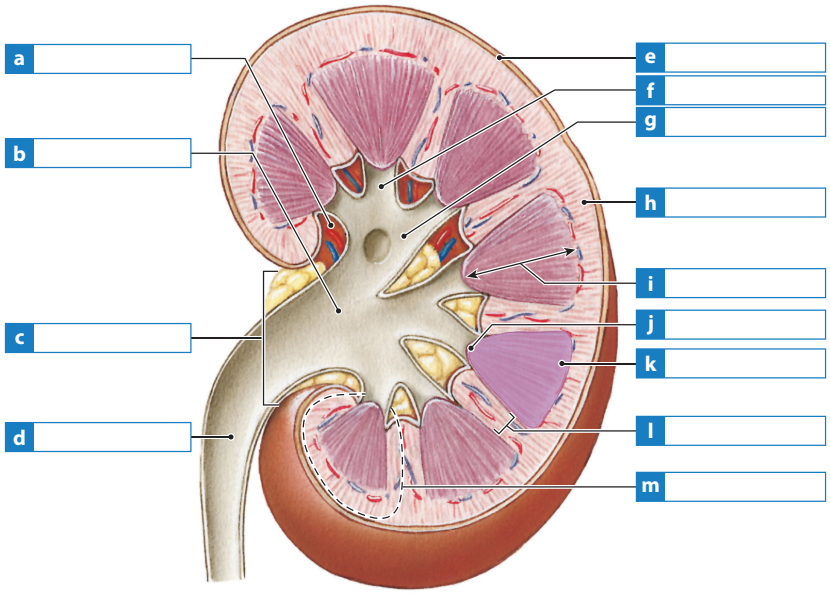
a. Trace o caminho do sangue da artéria renal até a veia renal.

b. Descreva como o sangue entra e sai de um glomérulo.

c. Descreva os vasos retos.

1. Resposta objetiva

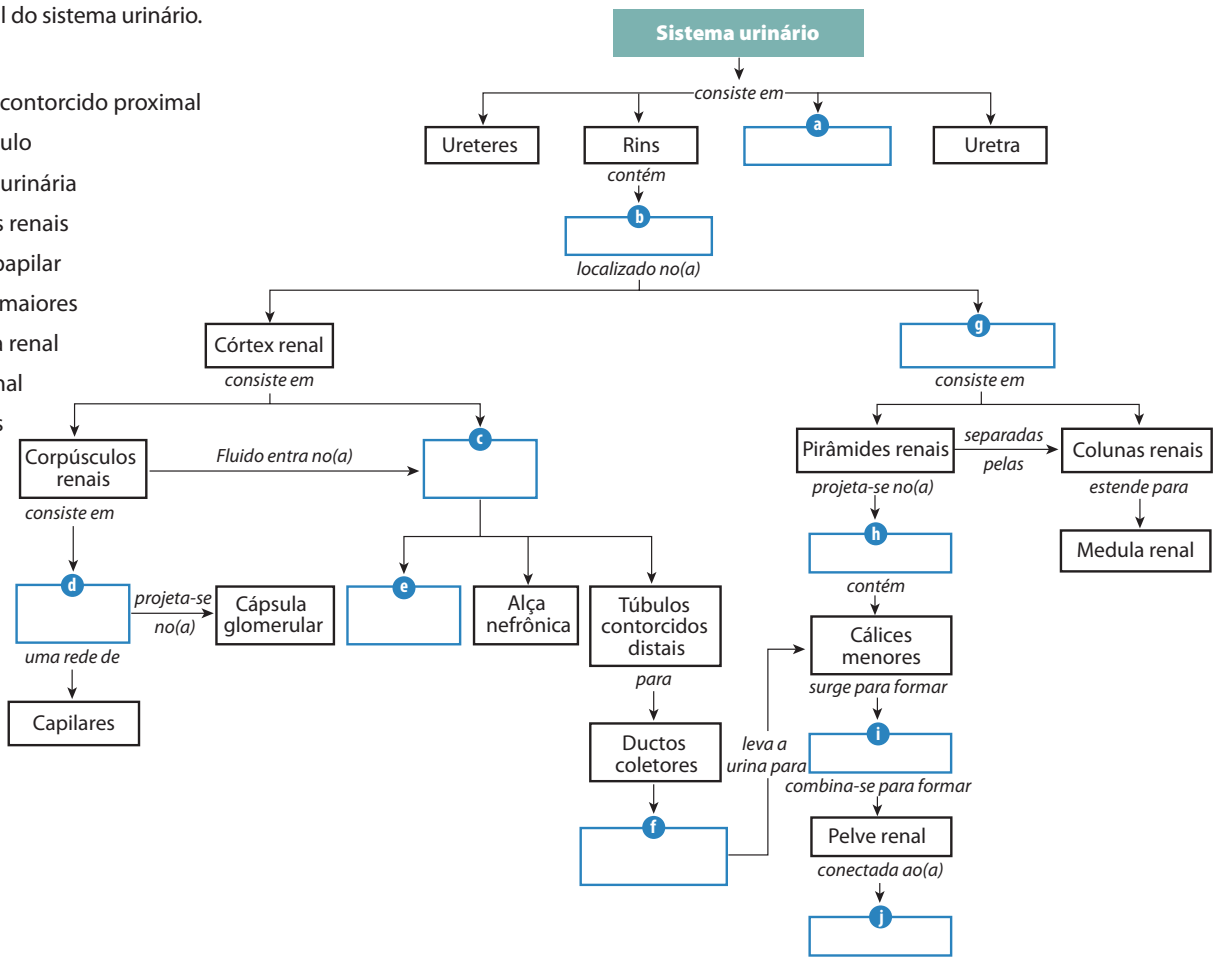
Preencha os nomes das estruturas renais no diagrama a seguir e depois faça uma breve descrição funcional/anatômica de cada uma delas.



2. Mapa conceitual

Utilize cada um dos seguintes termos apenas uma vez para preencher os quadros em branco e completar corretamente o mapa conceitual do sistema urinário.

- ureter
- túbulo contorcido proximal
- glomérulo
- bexiga urinária
- túbulos renais
- ducto papilar
- cálices maiores
- medula renal
- seio renal
- néfrons



Visão global da fisiologia renal

O objetivo da produção de urina é manter a homeostase pela regulação do volume e composição do sangue. Esse processo envolve a excreção dos solutos – especificamente os resíduos metabólicos. Três resíduos orgânicos no plasma sanguíneo são dignos de nota:

- A **ureia** é o resíduo orgânico mais abundante, sendo um subproduto da decomposição dos aminoácidos no fígado.
- A **creatinina** é gerada no tecido muscular esquelético pela decomposição de fosfato de creatina, um composto com alto teor energético e que desempenha papel importante na contração muscular.
- O **ácido úrico** é um produto residual formado durante a reciclagem das bases nitrogenadas das moléculas de RNA.

Normalmente, os rins são capazes de produzir urina concentrada, com concentração osmótica de 1.200-1.400 mOsm/l, que é mais de quatro vezes maior que a concentração do plasma.

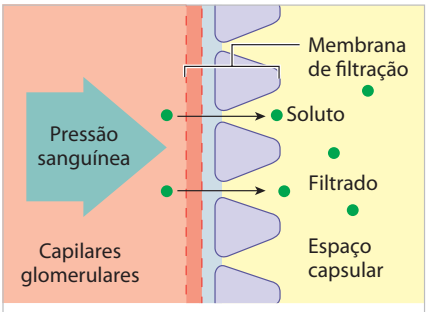
1 Os rins produzem um fluido muito diferente dos demais fluidos corporais. A tabela a seguir demonstra a eficiência renal comparando as concentrações das substâncias representativas no plasma e na urina.

Valores laboratoriais normais dos solutos no plasma e na urina

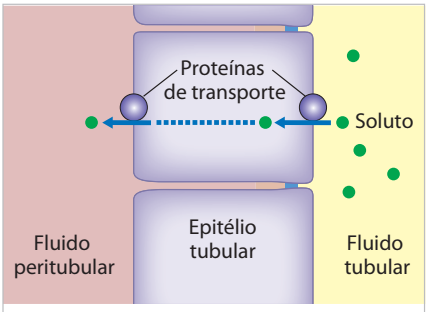
Soluto	Plasma	Urina
Íons (mEq/l)		
Sódio (Na^+)	135–145	40–220
Potássio (K^+)	3,5–5	25–100
Cloro (Cl^-)	100–108	110–250
Bicarbonato (HCO_3^-)	20–28	1,9
Metabólitos e nutrientes (mg/dl)		
Glicose	70–110	0,009
Lipídios	450–1.000	0,002
Aminoácidos	40	0,188
Proteínas	6–8 g/dl	0,000
Resíduos nitrogenados (mg/dl)		
Ureia	8–25	1.800
Creatinina	0,6–1,5	150
Amônia	< 0,1	60
Ácido úrico	2–6	40

Observação: os valores indicados são intervalos comuns. Os números específicos variam de acordo com o laboratório e os métodos utilizados.

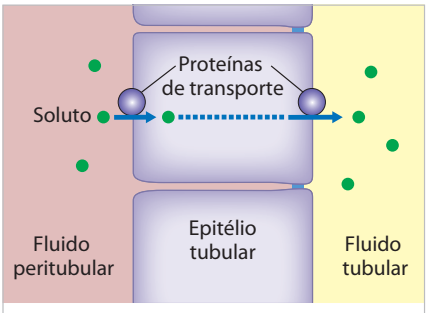
2 Para desempenhar suas funções, os rins contam com três processos fisiológicos distintos: filtração, reabsorção e secreção.



Na **filtração,** a pressão sanguínea empurra a água e os solutos através das membranas dos capilares glomerulares e para dentro do espaço capsular. As moléculas de soluto, suficientemente pequenas para passarem pela membrana de filtração, são transportadas pelas moléculas de água circundantes.



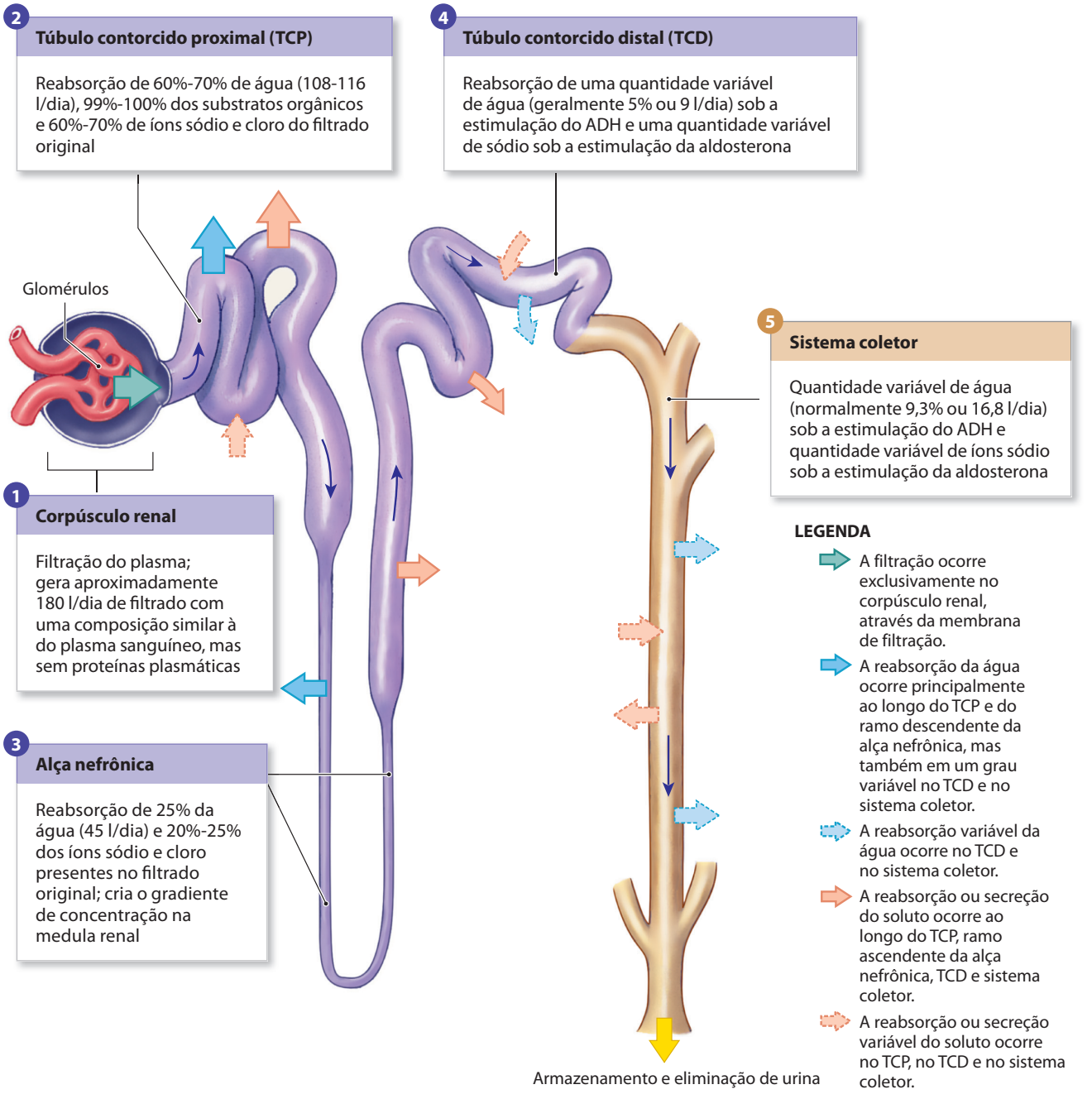
Reabsorção é a remoção de água e solutos do fluido tubular e o seu movimento através do epitélio tubular, entrando no fluido peritubular.



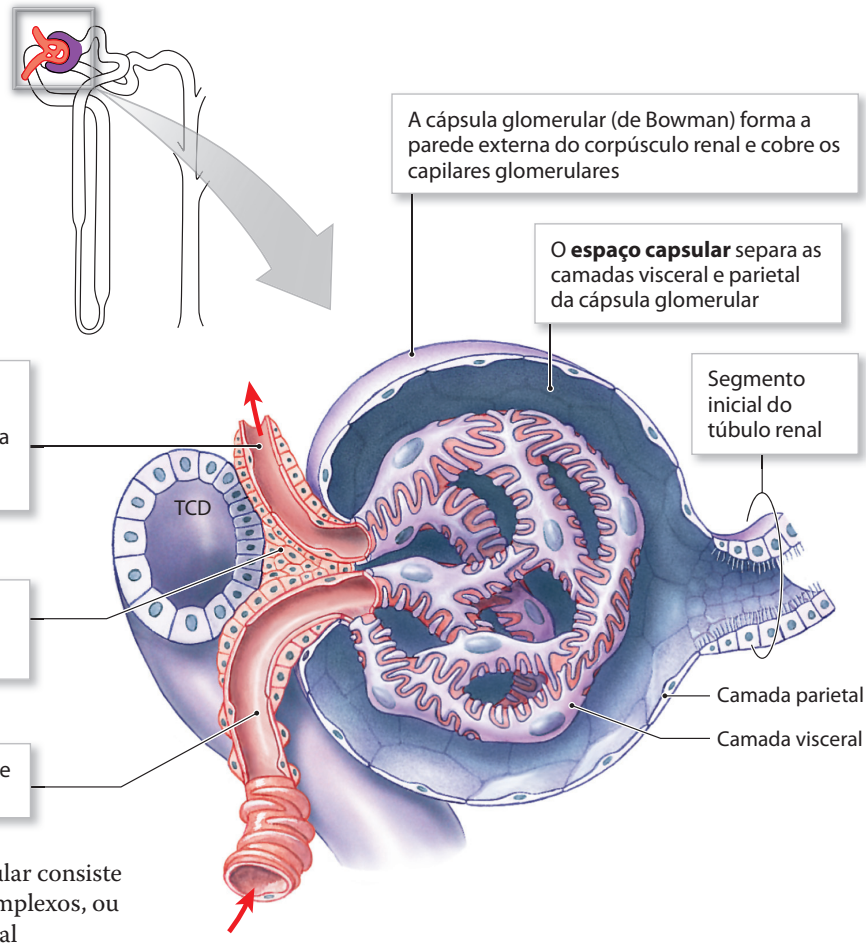
Secreção é o transporte dos solutos a partir do fluido peritubular, através do epitélio e para dentro do fluido tubular.

Filtração, reabsorção e secreção ocorrem em regiões específicas do néfron e do sistema coletor

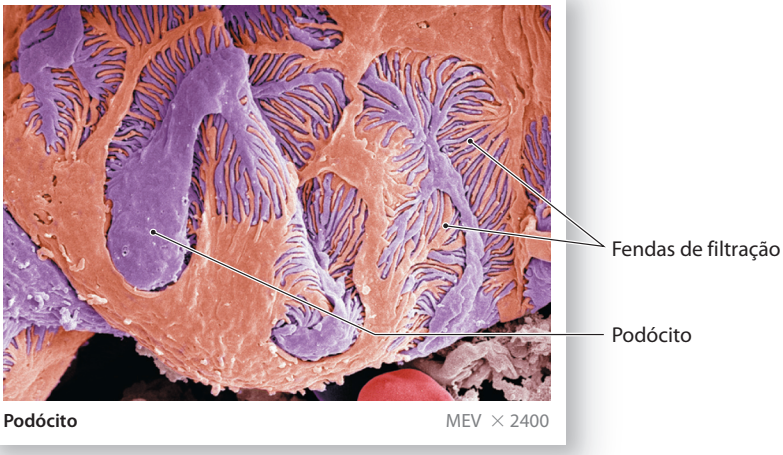
1 Este diagrama resume as funções dos vários segmentos do néfron e do sistema coletor na formação da urina. A maioria das regiões realiza uma combinação de reabsorção e secreção, mas o equilíbrio entre os dois processos varia de uma região para outra. A interação entre o sistema coletor e as alças nefrônicas – especialmente as alças longas dos néfrons justamedulares – regula o volume final e a concentração do soluto na urina.



2 O corpúsculo renal, que é o início do néfron, é responsável por filtrar o sangue. Essa é a primeira etapa vital na formação da urina. No corpúsculo renal, as alças capilares do glomérulo se projetam no espaço capsular do mesmo modo que o coração se projeta na cavidade pericárdica. Assim como o pericárdio, a cápsula glomerular possui uma camada parietal externa e uma camada visceral interna.



3 A camada visceral da cápsula glomerular consiste em células grandes com processos complexos, ou "pés", que envolvem a densa membrana basal especializada dos capilares glomerulares. Essas células incomuns se chamam **podócitos**. Os materiais transferidos do sangue no glomérulo precisam ser suficientemente pequenos para se difundir através da membrana basal e passar pelos hiatos estreitos, ou **fendas de filtração**, entre os podócitos adjacentes.



Podócito MEV × 2400

Revisão do Módulo 17.4

a. Identifique três processos diferentes de formação da urina no rim.

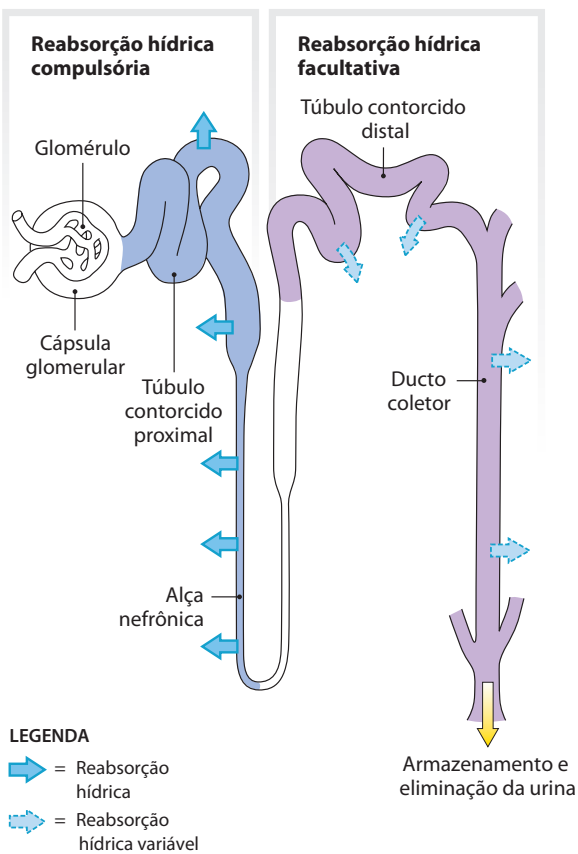
b. Onde ocorre exclusivamente filtração, no rim?

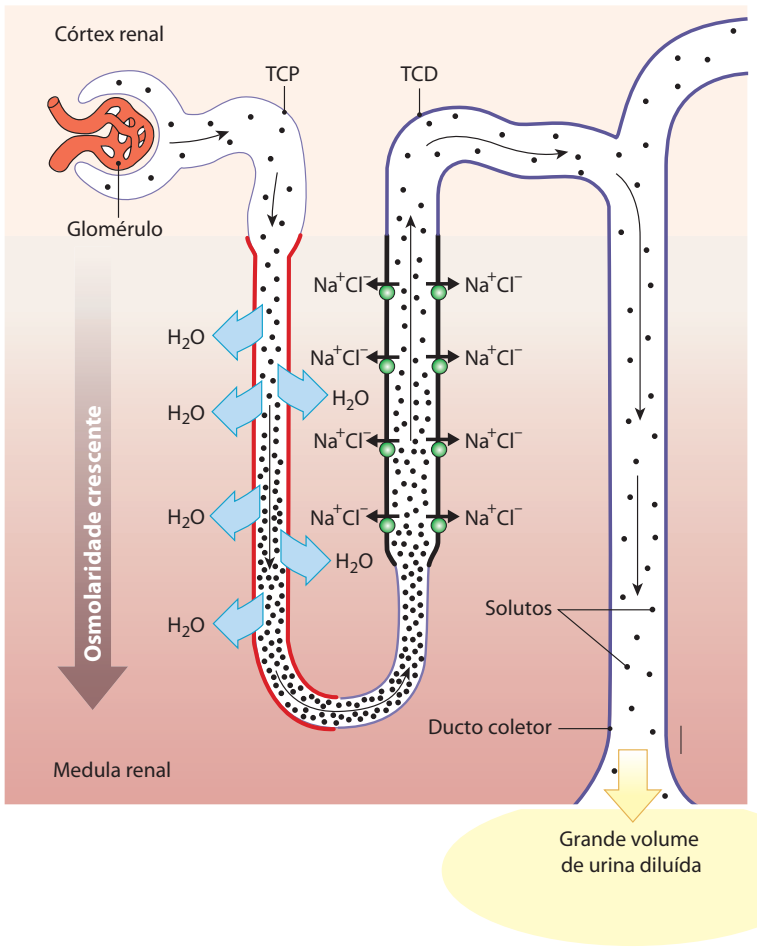
c. Qual é o hormônio responsável por regular a reabsorção dos íons sódio no TCD e no sistema coletor?

O volume e a concentração da urina são regulados por hormônios

O volume da urina e a sua concentração osmótica são regulados pelo controle da reabsorção hídrica. A permeabilidade hídrica do TCP e do ramo descendente da alça nefrônica não pode ser ajustada e a água é reabsorvida sempre que a concentração osmótica do fluido peritubular ultrapassa a concentração osmótica do fluido tubular. Uma vez que esses movimentos da água não podem ser evitados, eles representam uma **reabsorção hídrica compulsória**. A reabsorção compulsória costuma recuperar 85% do volume de filtrado produzido. Qual é o volume de água perdido na urina? Isso depende do percentual de água remanescente no fluido tubular (15% do volume do filtrado ou aproximadamente 27 litros por dia) que é reabsorvido ao longo do TCD e do sistema coletor. Um processo chamado **reabsorção hídrica facultativa** consegue controlar, com precisão, a quantidade de água reabsorvida.

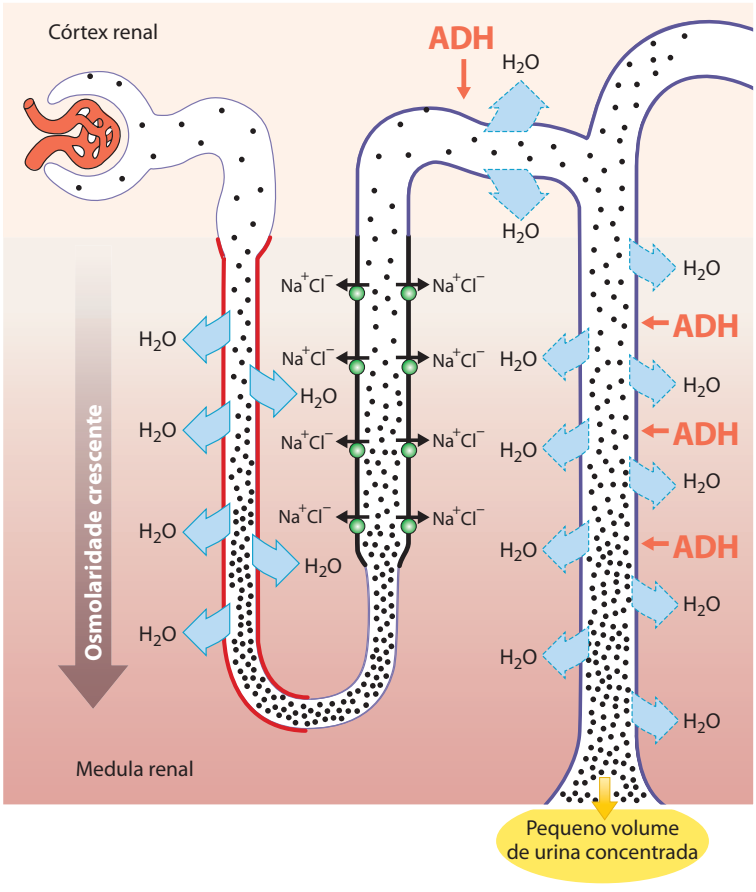
1 Sem o hormônio antidiurético (ADH), a água não é reabsorvida no túbulo contorcido distal ou no ducto coletor. Todo o fluido que chega ao TCD é perdido na urina. Não há reabsorção hídrica facultativa e o indivíduo produz grandes quantidades de urina muito diluída.





2 O ADH faz com que canais hídricos especiais, chamados **aquaporinas**, surjam nas membranas plasmáticas apicais que revestem o TCD e o ducto coletor. As aquaporinas aumentam radicalmente a taxa de movimento osmótico da água. Com o aumento dos níveis de ADH, o TCD e o sistema coletor ficam mais permeáveis à água, a quantidade de água reabsorvida aumenta e a concentração osmótica da urina sobe. Sob estimulação máxima do ADH, o TCD e o sistema coletor ficam tão permeáveis à água que a concentração osmótica da urina é igual à da parte mais profunda da medula renal.

3 Um adulto saudável costuma produzir 1.200 ml de urina por dia (cerca de 0,6% do volume de filtrado), com concentração osmótica de aproximadamente 1.000 mOsm/l. Porém, os valores normais variam entre os indivíduos e de um dia para o outro, pois os rins alteram a sua função para manter condições homeostáticas dentro dos fluidos corporais.



LEGENDA

= Reabsorção hídrica

= Reabsorção hídrica variável

= Transporte de Na^+/Cl^-

ADH = Hormônio antidiurético

Características gerais da urina normal

Característica	Intervalo normal
pH	4,5–8 (média: 6)
Densidade específica	1,003–1,030
Concentração osmótica (osmolaridade)	855–1.335 mOsm/l
Teor de água	93%–97%
Volume	700–2.000 ml/dia
Cor	Amarelo claro
Odor	Varia de acordo com a composição
Teor de bactérias	Nenhum (estéril)

A **poliúria**, que é a produção de quantidade excessiva de urina , resulta de problemas hormonais ou metabólicos, como o diabetes melito. (Ver Módulo 10.10 para obter uma descrição do diabetes melito.)

A **oligúria** (um volume de urina equivalente a 50-500 ml/dia) e a **anúria** (0-50 ml/dia) são condições que indicam problemas renais graves.

Revisão do Módulo 17.5

a. A permeabilidade do TCP à água pode mudar? Explique.

b. De que modo um aumento nos níveis de ADH afetaria o TCD?

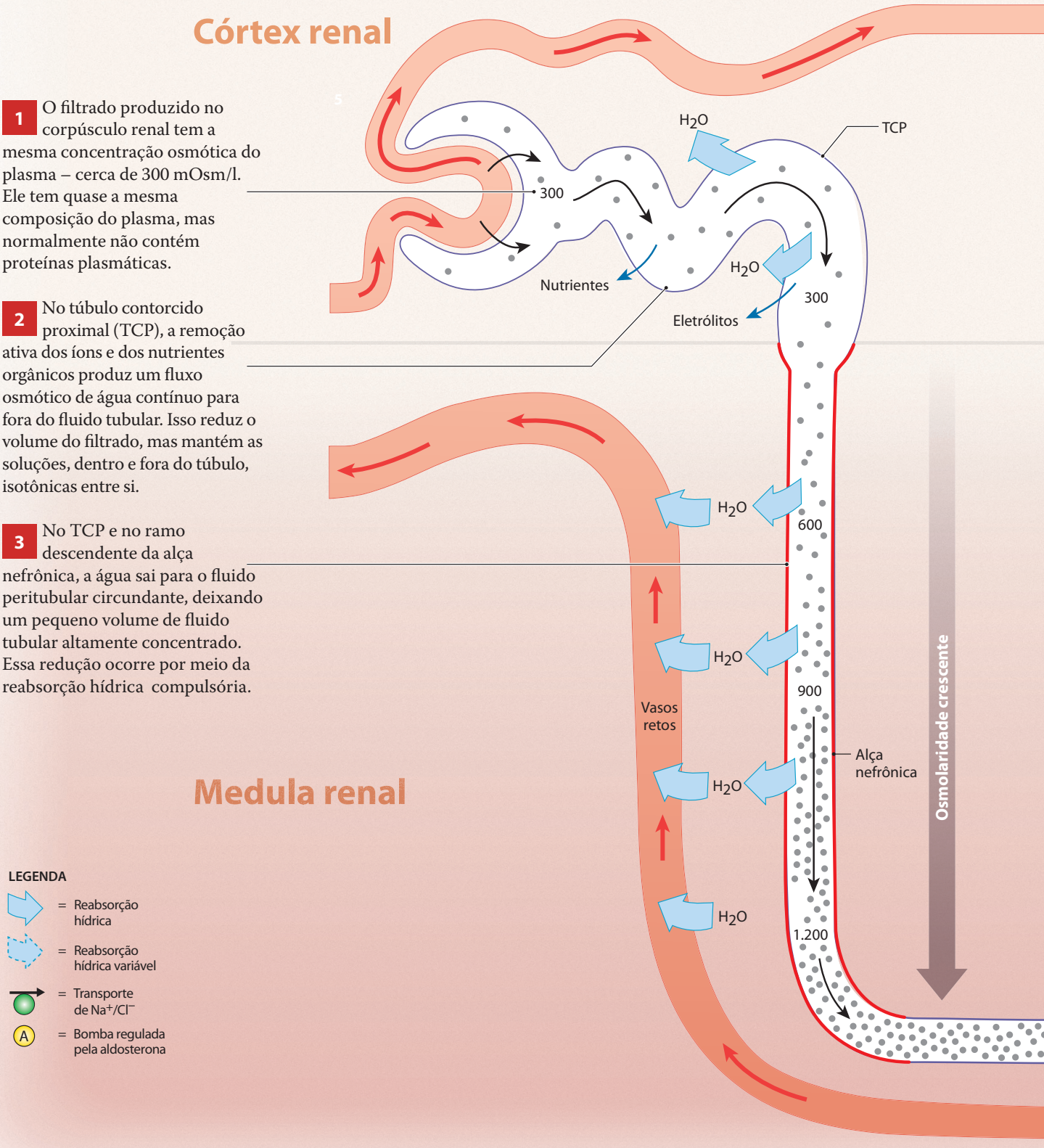
c. Quando os níveis de ADH no TCD diminuem, o que acontece com a concentração osmótica da urina?

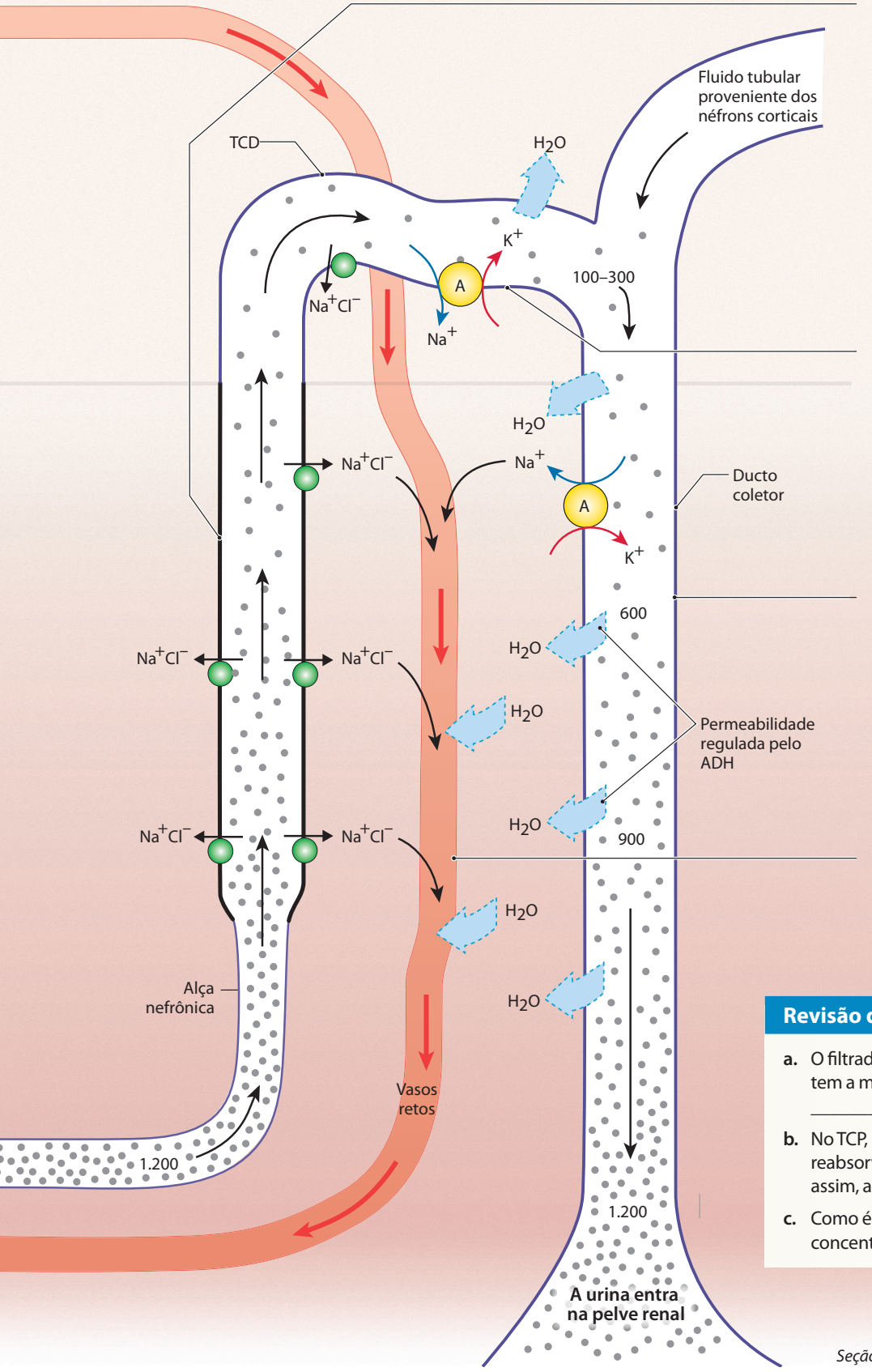
A função renal é um processo integrativo

1 O filtrado produzido no corpúsculo renal tem a mesma concentração osmótica do plasma – cerca de 300 mOsm/l. Ele tem quase a mesma composição do plasma, mas normalmente não contém proteínas plasmáticas.

2 No túbulo contorcido proximal (TCP), a remoção ativa dos íons e dos nutrientes orgânicos produz um fluxo osmótico de água contínuo para fora do fluido tubular. Isso reduz o volume do filtrado, mas mantém as soluções, dentro e fora do túbulo, isotônicas entre si.

3 No TCP e no ramo descendente da alça nefrônica, a água sai para o fluido peritubular circundante, deixando um pequeno volume de fluido tubular altamente concentrado. Essa redução ocorre por meio da reabsorção hídrica compulsória.





4 O ramo espesso ascendente é impermeável à água e aos solutos. As células tubulares transportam, com eficácia, o Na^+ e o Cl^- para fora do túbulo, reduzindo, assim, a concentração osmótica do fluido tubular. Como apenas o Na^+ e o Cl^- são removidos, a ureia contribui para uma proporção mais alta da concentração osmótica total no fim da alça nefrônica.

5 Outras alterações na composição do fluido tubular ocorrem no TCD e no sistema coletor. A concentração osmótica do fluido tubular pode ser ajustada pelo transporte ativo (reabsorção ou secreção). Por exemplo, a aldosterona promove a reabsorção do Na^+ e a secreção do K^+.

6 Os ajustes finais no volume e na concentração osmótica do fluido tubular são feitos controlando a permeabilidade à água nas partes distais do TCD e do sistema coletor. O nível de exposição ao ADH determina a concentração final da urina.

7 Os vasos retos absorvem os solutos e a água reabsorvidos pela alça nefrônica e pelos ductos coletores. Ao transportar esses solutos e a água para o sistema venoso, os vasos retos mantêm o gradiente de concentração da medula renal.

Revisão do Módulo 17.6

a. O filtrado produzido no corpúsculo renal tem a mesma pressão osmótica de _____.

b. No TCP, íons e substratos orgânicos são reabsorvidos eficazmente, causando, assim, a ocorrência de qual processo?

c. Como é mantido o gradiente de concentração da medula renal?

A insuficiência renal é uma condição potencialmente fatal

1 A **insuficiência renal** ocorre quando os rins se tornam incapazes de executar as funções excretórias necessárias para manter a homeostase. Quando a filtração renal se torna mais lenta por qualquer razão, a produção de urina diminui. Com a persistência da diminuição, aparecem os sintomas de insuficiência renal, já que água, íons e resíduos metabólicos ficam retidos. A insuficiência renal prejudica praticamente todos os sistemas corporais. Por exemplo, ela atrapalha o equilíbrio hídrico, o pH, a contração muscular, o metabolismo e a função digestiva. Geralmente, o indivíduo fica hipertenso, desenvolve anemia, em razão de declínio na produção de eritropoietina e problemas no sistema nervoso central podem provocar insônia, convulsões, delírio e até mesmo coma.

Insuficiência renal

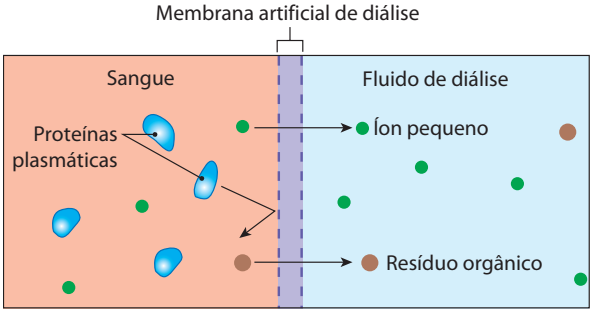
Insuficiência renal aguda

A **insuficiência renal aguda** ocorre quando a exposição a produtos tóxicos, isquemia renal, obstrução urinária ou trauma faz com que a filtração se torne mais lenta subitamente ou pare. A função renal deteriora rapidamente, em apenas alguns dias, podendo ser prejudicada por semanas. Os indivíduos sensíveis também podem desenvolver insuficiência renal aguda após uma resposta alérgica a antibióticos ou anestésicos. Os indivíduos com insuficiência renal aguda podem se recuperar, caso sobrevivam à ocorrência. Depois os rins podem readquirir a função parcial ou total. (Com tratamento de apoio, a taxa de sobrevida é de aproximadamente 50%.)

Insuficiência renal crônica

Na **insuficiência renal crônica**, a função renal deteriora gradualmente e os problemas a ela associados acumulam ao longo do tempo. O gerenciamento da insuficiência renal crônica envolve normalmente uma restrição à ingestão de água, sal e proteína. Essa combinação reduz o esforço sobre o sistema urinário, minimizando (1) o volume de urina produzido e (2) a quantidade de resíduos nitrogenados gerados. A acidose, que é um problema comum nas pessoas com insuficiência renal, pode ser compensada pela ingestão de íons bicarbonato. A insuficiência renal crônica geralmente não pode ser revertida, mas sua progressão pode ser desacelerada.

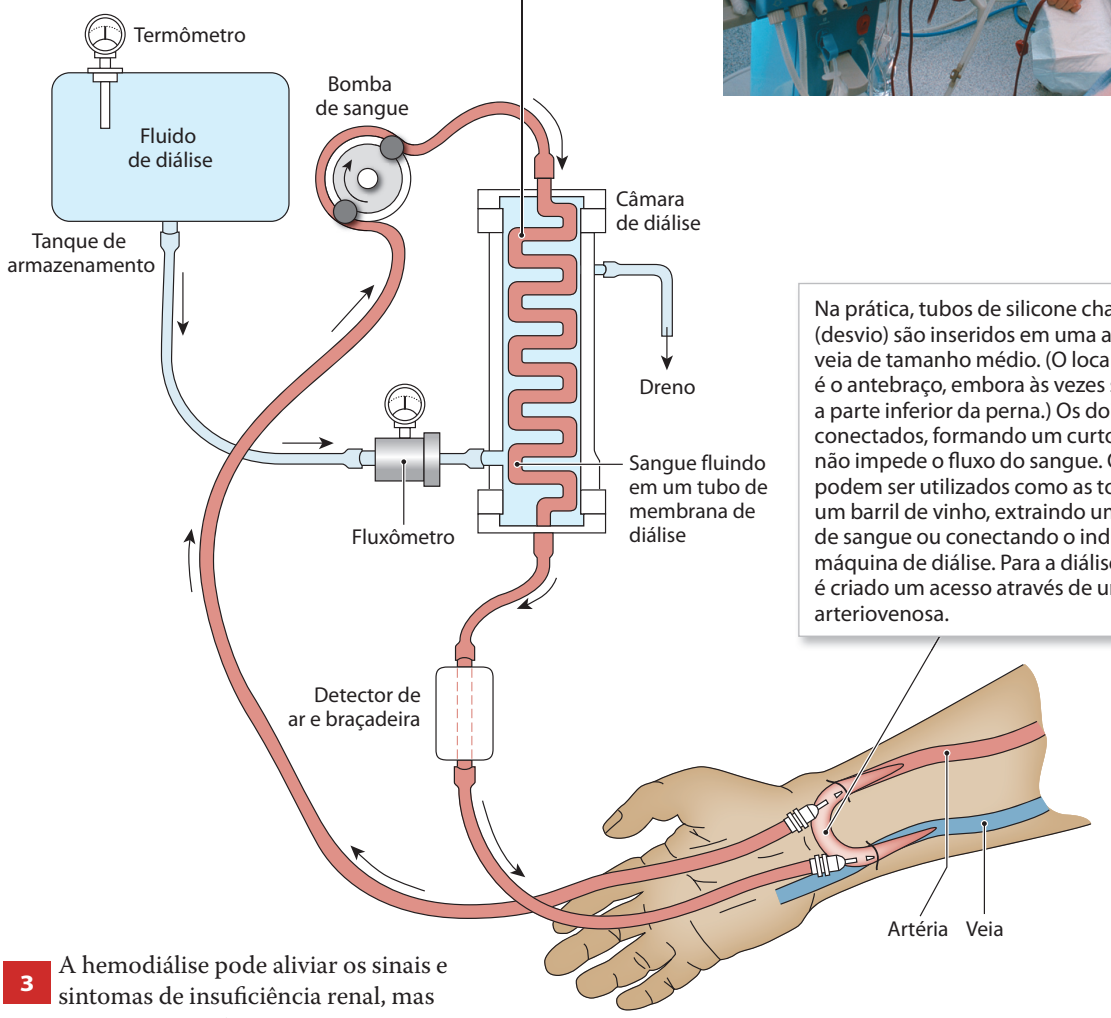
2 A **hemodiálise** usa uma membrana artificial para regular a composição do sangue por meio de uma máquina de diálise. O princípio básico envolvido nesse processo, chamado **diálise**, é a difusão passiva através de uma membrana seletivamente permeável. O sangue do paciente flui através de uma membrana artificial de diálise, que contém poros suficientemente grandes para permitir a difusão de íons, nutrientes e resíduos orgânicos, mas pequenos o bastante para evitar a perda de proteínas plasmáticas. No outro lado da membrana, um fluido especial para a diálise flui.



Composição comparativa do plasma com o fluido de diálise

Componente	Plasma	Fluido de diálise
Eletrólitos (mEq/l)		
Sódio (Na^+)	135–145	136–140
Potássio (K^+)	3,5–5	0–3
Cálcio (Ca^{2+})	4,3–5,3	1,5
Magnésio (Mg^{2+})	1,4–2	0,5–1
Cloro (Cl^-)	100–108	99–110
Bicarbonato (HCO_3^-)	21–28	27–39
Fosfato (PO_4^{2-})	3	0
Sulfato (SO_4^{2-})	1	0
Nutrientes (mg/dl)		
Glicose	70–110	100

À medida que a difusão ocorre na membrana de diálise, a composição do sangue muda. Os íons potássio, fosfato e sulfato, a ureia, a creatinina e o ácido úrico difundem-se através da membrana e entram no fluido de diálise. Os íons bicarbonato e a glicose difundem-se do fluido de diálise para a corrente sanguínea. Na realidade, a difusão através da membrana de diálise assume o lugar da filtração glomerular e as características do fluido de diálise asseguram que os metabólitos importantes (substâncias necessárias para um processo metabólico) permaneçam no sangue em vez de difundirem-se através da membrana.



Na prática, tubos de silicone chamados ***shunts*** (desvio) são inseridos em uma artéria e em uma veia de tamanho médio. (O local geralmente é o antebraço, embora às vezes seja utilizada a parte inferior da perna.) Os dois *shunts* são conectados, formando um curto-circuito que não impede o fluxo do sangue. Os *shunts* podem ser utilizados como as torneiras em um barril de vinho, extraindo uma amostra de sangue ou conectando o indivíduo a uma máquina de diálise. Para a diálise a longo prazo é criado um acesso através de uma anastomose arteriovenosa.

3 A hemodiálise pode aliviar os sinais e sintomas de insuficiência renal, mas esse tratamento não é uma cura.

A única cura real para a insuficiência renal grave é o transplante renal. Essa cirurgia envolve a implantação de um novo rim obtido de um doador vivo ou de um cadáver. Na maioria dos casos, o rim danificado é removido e o seu suprimento sanguíneo é conectado ao rim transplantado. Atualmente, a taxa de sucesso do transplante após um ano é de 85%-95%. O uso de rins extraídos de parentes próximos aumenta muito a taxa de sucesso. Os receptores de transplante precisam tomar medicamentos imunossupressores pelo resto de suas vidas. Esse tratamento reduz a rejeição tecidual, mas infelizmente também diminui a resistência às infecções.

Revisão do Módulo 17.7

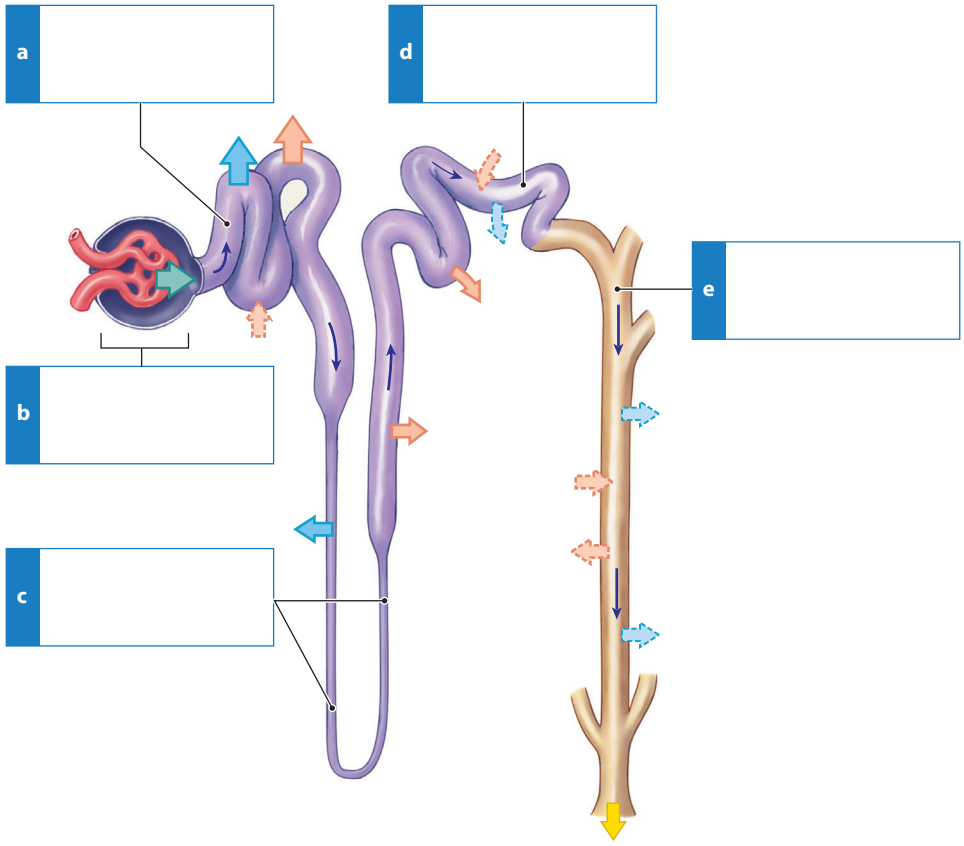
a. Defina hemodiálise.

b. Explique, de forma sucinta, a diferença entre insuficiência renal crônica e insuficiência renal aguda.

c. Explique por que os pacientes em diálise costumam receber Epogen ou Procrit, que são uma forma sintética da eritropoietina.

1. Resposta objetiva

Identifique o sistema coletor e os diversos segmentos do néfron no diagrama a seguir e descreva as funções de cada um deles.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência de cada um dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

- Aquaporinas
- ADH
- Aldosterona
- TCP
- Poliúria
- Corpúsculo renal
- Aparelho justaglomerular
- Filtrado
- Ureia
- Podócitos

a _____ Local de filtração plasmática

b _____ Células que formam as fendas de filtração

c _____ Solução isenta de proteínas

d _____ Produto residual mais abundante na urina

e _____ Local das células secretoras de renina

f _____ Canais de água

g _____ Produção de volume excessivo de urina

h _____ Bomba de íons Na^+ reabsorvidos e K^+ secretados

i _____ Local primário de reabsorção de nutrientes no néfron

j _____ Regula a reabsorção passiva da água proveniente da urina no sistema coletor

3. Integração de seções

Durante a hemodiálise, a composição do sangue muda.

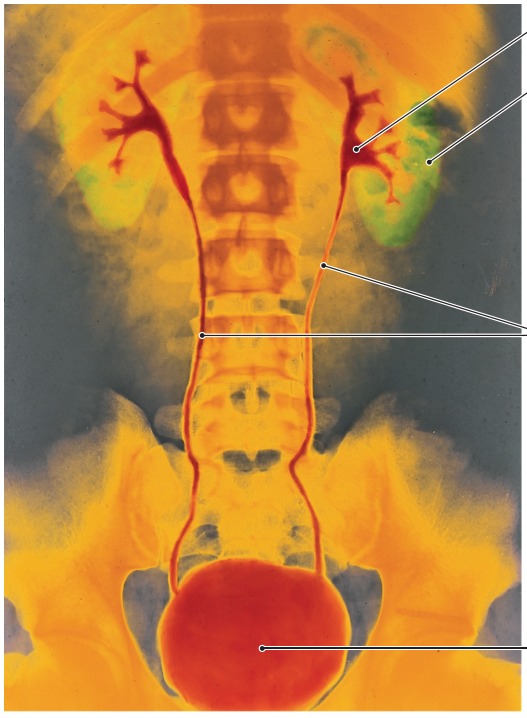
a Mencione seis substâncias que se difundem a partir do sangue e duas substâncias que se difundem para o sangue durante a diálise.

b Qual é a função renal normal que a máquina de diálise substitui?

Armazenamento e eliminação da urina

A modificação do filtrado e a produção de urina terminam quando o fluido entra no cálice menor. O trato urinário (ureteres, bexiga urinária e uretra) é responsável por transportar, armazenar e eliminar a urina.

1 **Pielograma** é uma imagem do sistema urinário, obtida pela execução de uma radiografia dos rins após a administração intravenosa de um corante de contraste. O pielograma mostra os tamanhos relativos e as posições das principais estruturas do sistema urinário.

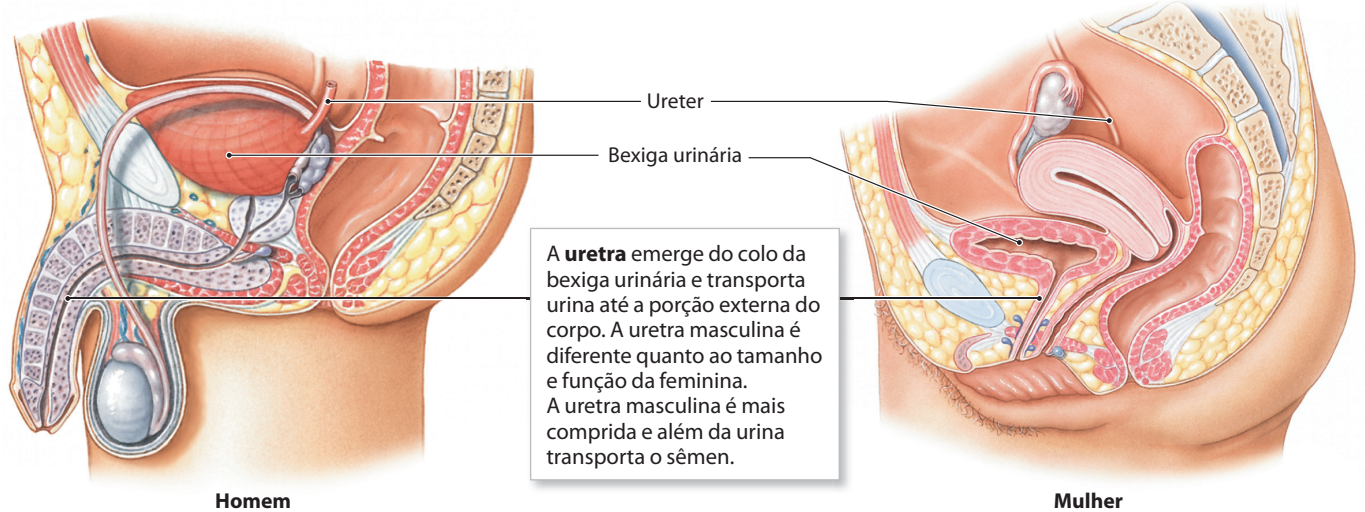


Os **ureteres** são um par de tubos musculares que se estendem dos rins até a bexiga urinária — uma distância aproximada de 30 cm. Os ureteres são retroperitoneais e estão firmemente conectados à parede abdominal posterior. Os ureteres têm percursos diferentes nos homens e nas mulheres em razão de variações de natureza, tamanho e posição dos órgãos genitais.

A **bexiga urinária** é um órgão muscular oco que funciona como um reservatório temporário para armazenar urina. Uma bexiga urinária cheia pode conter até um litro de urina.

2 Esta visualização em corte da pelve masculina mostra os locais das estruturas mais inferiores do trato urinário.

3 Esta visualização em corte da pelve feminina exibe os locais das estruturas mais inferiores do trato urinário.



A **uretra** emerge do colo da bexiga urinária e transporta urina até a porção externa do corpo. A uretra masculina é diferente quanto ao tamanho e função da feminina. A uretra masculina é mais comprida e além da urina transporta o sêmen.

Homem **Mulher**

Os ureteres, a bexiga urinária e a uretra são especializados na condução da urina

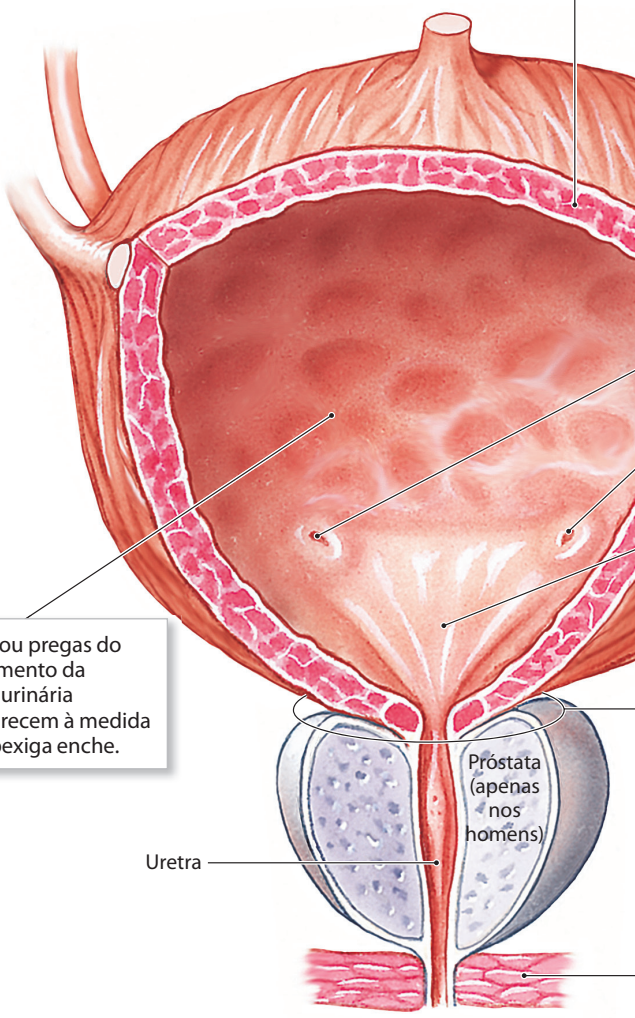
1 A bexiga urinária e a uretra eliminam urina do corpo. Esse processo se chama urinação ou **micção**.

A parede da bexiga urinária contém camadas mucosa, submucosa e muscular. A camada muscular consiste em camadas interna e externa de músculo liso, com uma camada circular entre as duas. Em conjunto, essas camadas formam o poderoso músculo **detrusor** da bexiga urinária. A contração desse músculo comprime a bexiga urinária e expele o seu conteúdo para a uretra.

Os **ureteres** penetram a parede posterior da bexiga urinária sem entrar na cavidade peritoneal e atravessam a parede da bexiga em um ângulo oblíquo.

As **aberturas ureterais** são similares a fendas e não são arredondadas. Esse formato ajuda a evitar o refluxo de urina para os ureteres e para os rins quando a bexiga urinária contrai.

O **trígono** é a área triangular delimitada pelas aberturas ureterais e pela abertura do óstio interno da uretra.

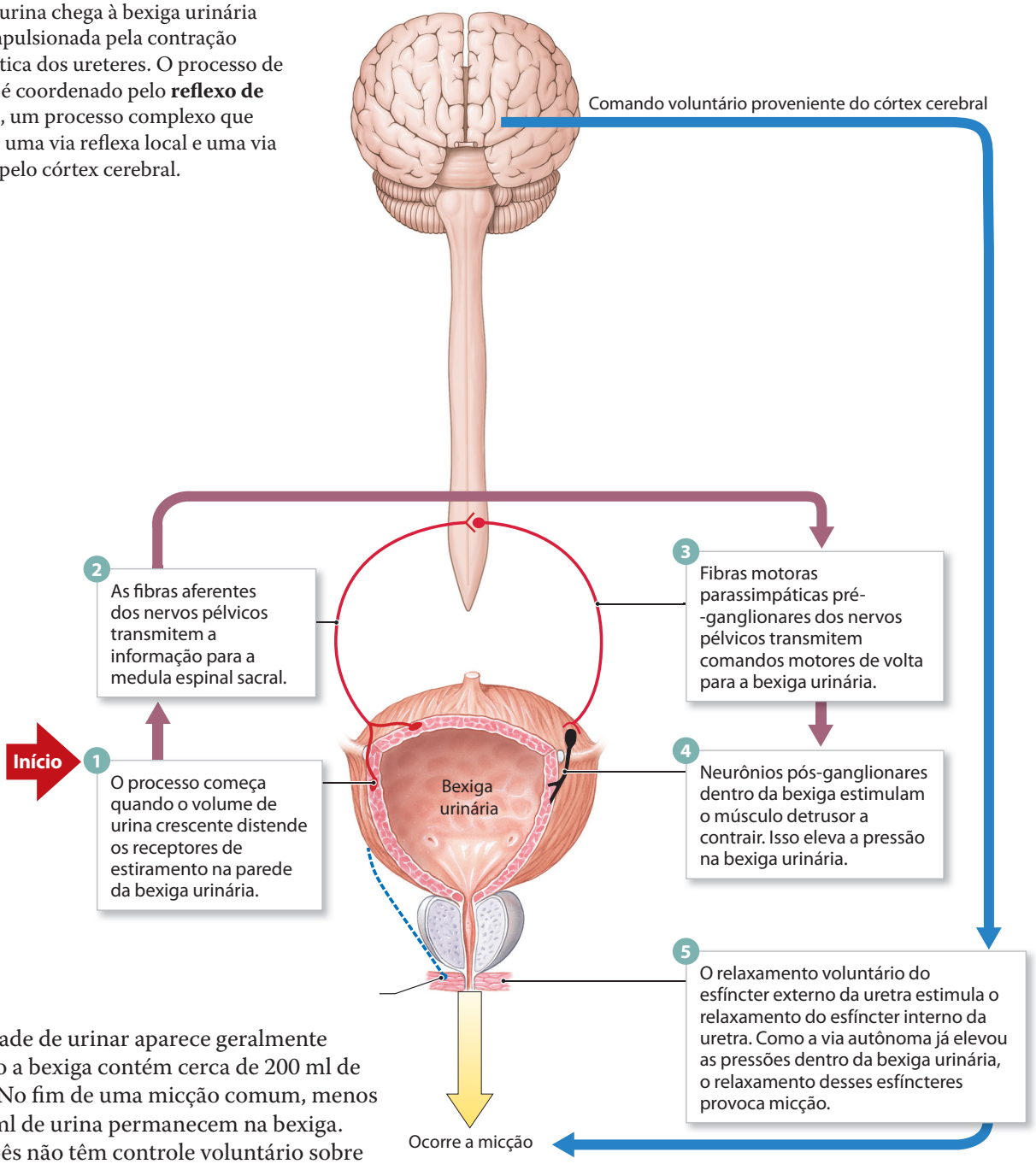


Rugas ou pregas do revestimento da bexiga urinária desaparecem à medida que a bexiga enche.

A região ao redor da abertura uretral, conhecida como **colo da bexiga urinária**, apresenta um esfíncter muscular, o **esfíncter interno da uretra**. As fibras de músculo liso desse esfíncter proporcionam controle involuntário sobre a liberação de urina proveniente da bexiga.

Em ambos os sexos, no ponto onde a uretra passa através do diafragma urogenital, uma faixa circular de músculo esquelético forma o **esfíncter externo da uretra**. Essa faixa muscular age como uma válvula. O esfíncter externo da uretra, sujeito ao controle voluntário via ramo perineal do nervo pudendo, tem um tônus muscular em repouso e precisa ser relaxado voluntariamente para permitir a micção.

2 A urina chega à bexiga urinária impulsionada pela contração peristáltica dos ureteres. O processo de micção é coordenado pelo **reflexo de micção**, um processo complexo que envolve uma via reflexa local e uma via central pelo córtex cerebral.



A vontade de urinar aparece geralmente quando a bexiga contém cerca de 200 ml de urina. No fim de uma micção comum, menos de 10 ml de urina permanecem na bexiga. Os bebês não têm controle voluntário sobre a micção porque as conexões corticospinais necessárias ainda precisam ser estabelecidas. Consequentemente, o "aprendizado para usar o banheiro" antes dos dois anos de idade relaciona-se mais ao treino dos pais em tentarem prever o momento do reflexo urinário, do que treinar a criança para exercer um controle consciente.

Revisão do Módulo 17.8

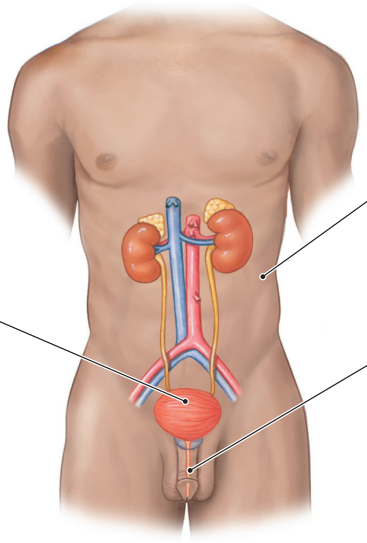
a. A urina é transportada pelos _____, armazenada dentro da _____ e eliminada através da _____.

b. O que precisa acontecer para que o esfíncter externo da uretra permita a micção?

c. Descreva o reflexo de micção.

Os exames físicos e laboratoriais geralmente conseguem detectar os transtornos urinários

1 Os sinais e sintomas primários de transtornos no sistema urinário incluem alterações no volume e na aparência da urina, frequência da micção e dor. A natureza e a localização da dor fornecem pistas para a origem do problema.



Dor na região lombar superior ou no flanco e que irradia para o quadrante superior direito ou esquerdo pode ser provocada por infecções renais, como **pielonefrite** ou por **cálculos renais**.

Dor na região púbica superior pode estar associada a transtornos da bexiga urinária.

A **disúria** (micção dolorida ou difícil) pode ocorrer com cistite ou uretrite, ou com obstruções do trato urinário. Nos homens, a próstata dilatada pode comprimir a uretra e causar disúria.

2 Alguns sinais clínicos sistêmicos costumam estar associados com transtornos graves do sistema urinário.

3 As alterações características no débito urinário ou na frequência urinária fornecem pistas para os problemas subjacentes com o sistema urinário ou outros sistemas.

Sinais clínicos importantes de transtornos do sistema urinário

- **Edema.** Geralmente os transtornos renais ocasionam perda de proteínas na urina **(proteinúria)**. Se for grave, pode provocar edema (inchaço) generalizado nos tecidos periféricos. O inchaço facial, especialmente em volta dos olhos, é comum.
- **Febre.** Quando patógenos infectam o sistema urinário, é comum ocorrer febre. As infecções da bexiga urinária (**cistite**) podem resultar em febre baixa; as infecções renais, como a pielonefrite, podem produzir febres muito altas.

Débito e frequência urinária anormais

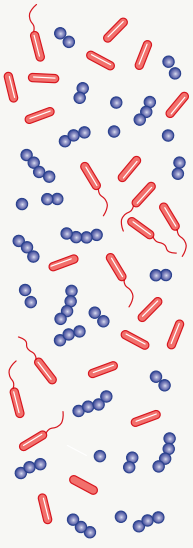
Maior urgência ou frequência	Alterações no débito urinário	Incontinência	Retenção urinária
Uma irritação do revestimento dos ureteres ou da bexiga urinária pode acarretar desejo de urinar com mais frequência. No entanto, a quantidade total de urina produzida por dia continua normal.	As alterações no volume de urina produzido por uma pessoa com ingestão hídrica média indicam problemas nos rins ou no controle da função renal.	A **incontinência**, que é a incapacidade para controlar voluntariamente a micção, pode envolver: (1) perda periódica involuntária (incontinência por estresse); (2) incapacidade para postergar a micção (incontinência por urgência); e (3) gotejamento lento e contínuo da urina proveniente de uma bexiga que está sempre cheia (incontinência por transbordamento).	Na **retenção urinária**, a função renal é normal, pelo menos inicialmente, mas a micção não ocorre. A retenção urinária nos homens resulta frequentemente de uma próstata dilatada que comprime a uretra.

4 A urinálise é o exame clínico de uma amostra de urina. Pode ser feita a análise química (ver os valores normais no Módulo 17.5) e também existem vários exames de triagem que podem ser feitos registrando as mudanças de cor em fitas de teste, que são mergulhadas na amostra. Esses testes conseguem detectar alterações no pH da urina e concentrações urinárias anormais de glicose, cetonas, bilirrubina, urobilinogênio, proteínas plasmáticas e hemoglobina. Um teste para um hormônio na urina, a *gonadotrofina coriônica humana* (hCG), fornece uma prova precoce e confiável de gravidez.

Possíveis achados no sedimento urinário

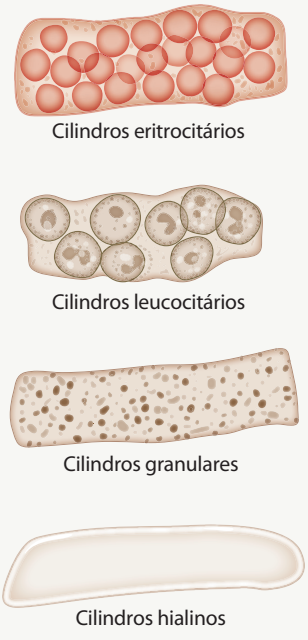
Cristais

Bactéria



Células

Cilindros



5 Uma amostra de urina também pode ser colocada em uma centrífuga e qualquer sedimento ser examinado ao microscópio. O sedimento pode incluir cristais minerais, bactérias, eritrócitos ou leucócitos. Também pode conter depósitos, conhecidos coletivamente como **cilindros**. Os cilindros possuem uma cobertura proteica e se formam nos TCDs e ductos coletores. Os cilindros que contêm eritrócitos ou leucócitos indicam dano glomerular, inflamação ou infecção (como a pielonefrite), respectivamente. Durante uma infecção do trato urinário, as bactérias obtidas na urina podem ser cultivadas para serem identificadas e determinada sua sensibilidade a antibióticos. A coloração de Gram é um método de coloração diferencial das bactérias. As bactérias Gram-positivas coram em roxo e as bactérias Gram-negativas coram em rosa. O conhecimento da reação de Gram habilita a prescrição dos antibióticos adequados.

Revisão do Módulo 17.9

a. Qual é o termo para micção dolorida ou difícil?

b. Se um cálculo renal obstrui um ureter, isso poderia interferir no fluxo de urina entre quais pontos?

c. Que tipos de cilindros você poderia encontrar no sedimento urinário?

1. Atividade de associação

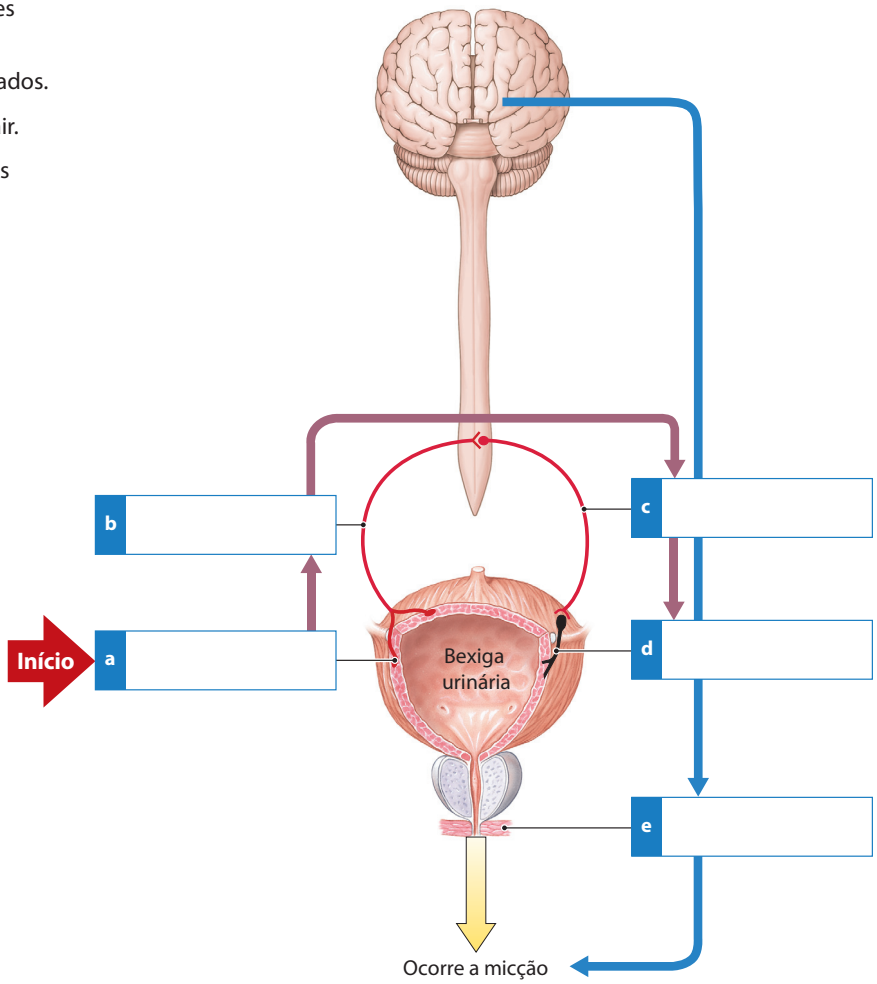
Faça a correspondência entre os seguintes termos e suas descrições.

• Uretra	a	_____	Anel de músculo liso no colo da bexiga urinária
• Esfíncter externo da uretra	b	_____	Área triangular dentro da bexiga urinária
• Detrusor	c	_____	O relaxamento voluntário desse músculo resulta em urinação
• Rugas	d	_____	Pedras nos rins
• Esfíncter interno da uretra	e	_____	Pregas que revestem a superfície da bexiga urinária vazia
• Trígono	f	_____	Estrutura masculina pela qual a uretra passa
• Cálculos renais	g	_____	A contração desse músculo liso comprime a bexiga urinária
• Micção	h	_____	Imagem do sistema urinário
• Fibras parassimpáticas pós-ganglionares	i	_____	Tubo que transporta a urina para o exterior
• Próstata	j	_____	Termo para urinação
• Pielograma	k	_____	Estimula as contrações musculares que elevam a pressão na bexiga urinária

2. Criando legendas

Utilize as seguintes descrições para preencher os quadros no diagrama do reflexo de micção a seguir.

- O indivíduo relaxa o esfíncter externo da uretra, provocando o relaxamento muscular do esfíncter interno.
- As fibras aferentes transmitem informações para a medula espinal sacral.
- Os receptores de estiramento são estimulados.
- O músculo detrusor é estimulado a contrair.
- As fibras parassimpáticas pré-ganglionares transmitem comandos motores.



3. Resposta objetiva

Mencione quatro sinais e sintomas primários dos transtornos urinários.

4. Resposta objetiva

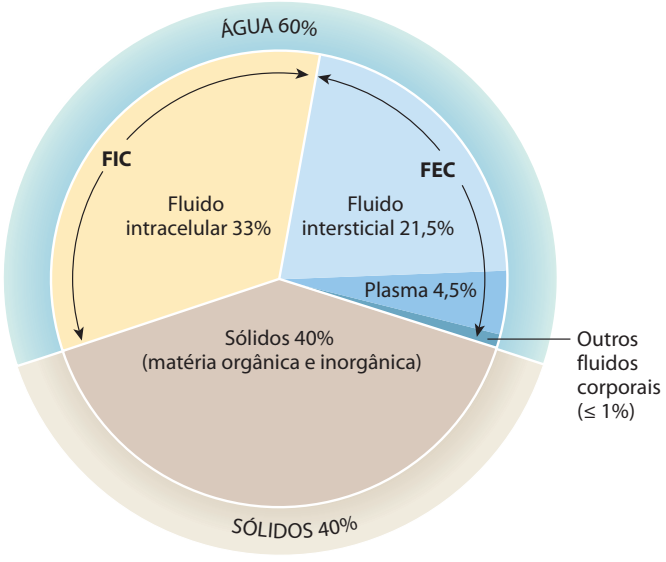
Descreva resumidamente as semelhanças e diferenças nos seguintes pares de termos.

- Cistite/pielonefrite
- Incontinência por estresse/incontinência por transbordamento

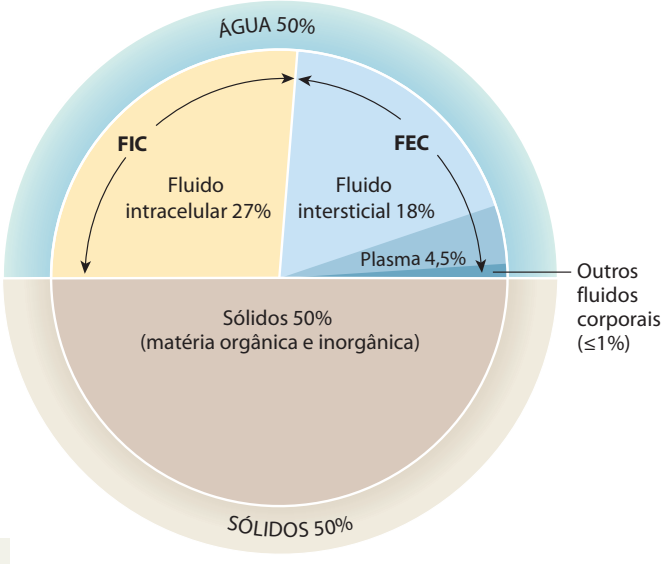
Equilíbrio hidroeletrolítico

O Capítulo 16 considerou o metabolismo dos componentes orgânicos do corpo. Este capítulo examina com mais detalhes a composição do corpo como um todo. Vamos nos concentrar nos componentes inorgânicos: água e minerais. Os **minerais** são as substâncias inorgânicas que se dissociam nos fluidos corporais para formar íons, chamados eletrólitos.

1 Os gráficos ao lado comparam a composição corporal total de homens e mulheres adultos. A maior variação está no fluido intracelular (FIC), ou citosol, em consequência das diferenças no conteúdo hídrico intracelular do tecido adiposo gordura *versus* tecido muscular. As diferenças menos notáveis ocorrem nos valores do fluido extracelular (FEC) em consequência de variações no volume de fluido intersticial dos vários tecidos e no volume sanguíneo maior nos homens *versus* mulheres. O FEC e o FIC são **compartimentos fluidos e dinâmicos** já que normalmente se comportam como entidades diferentes. Como as células possuem uma membrana plasmática e o transporte ativo ocorre na superfície da membrana, as células são capazes de manter ambientes internos bem diferentes dos encontrados no FEC.

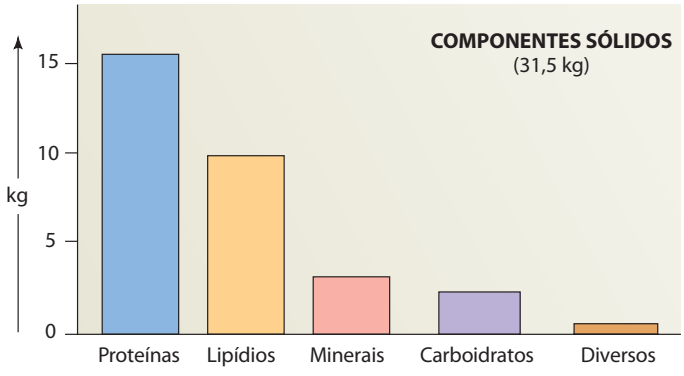


Homens adultos



Mulheres adultas

2 Os componentes sólidos correspondem a apenas 40%-50% da massa corporal como um todo. Este gráfico de barras apresenta uma visão global dos componentes sólidos de um indivíduo de 70 kg com um mínimo de gordura corporal. Essa distribuição traz os valores médios de homens e mulheres na faixa dos 18 aos 40 anos de idade.

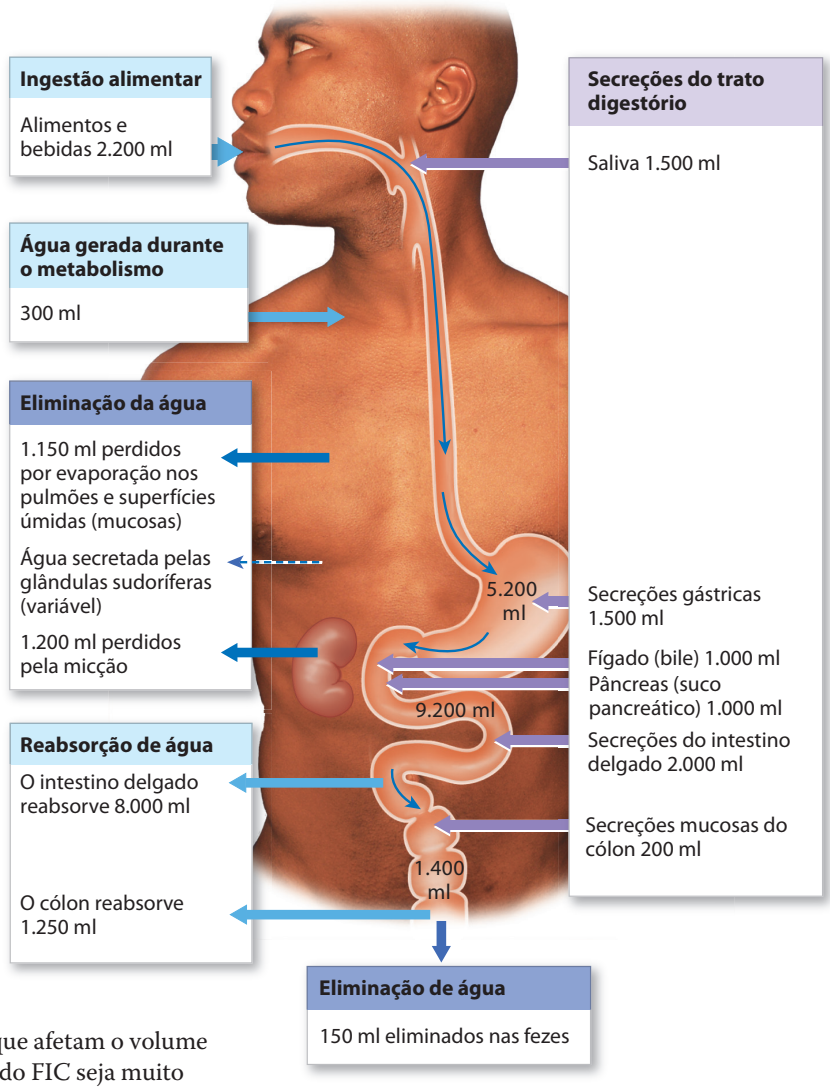


Nesta seção, consideraremos a troca de água e eletrólitos entre o FEC e o FIC e entre o corpo e seu ambiente externo.

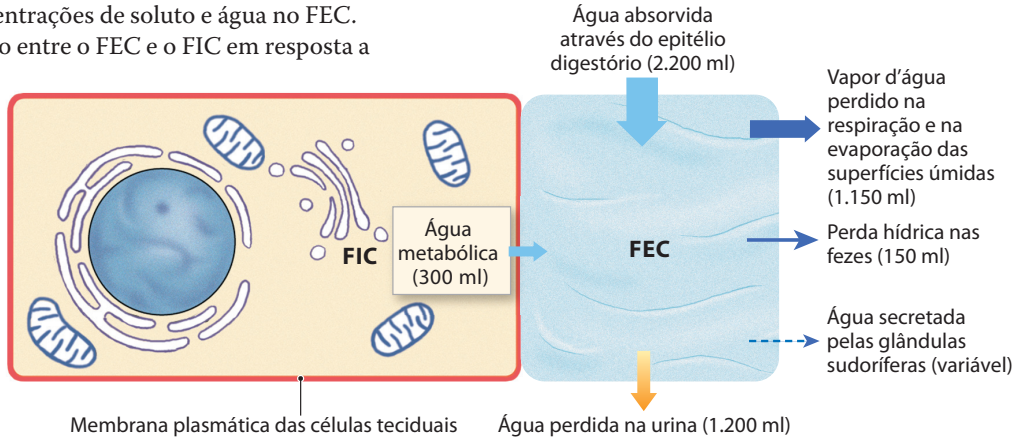
Há equilíbrio hidromineral quando os ganhos são iguais às perdas

1 O **equilíbrio hídrico** existe quando a quantidade de água que você ganha a cada dia é igual à quantidade que você perde. Esse diagrama mostra o equilíbrio hídrico no corpo. A água entra no trato digestório por ingestão ou secreção. Os processos metabólicos produzem mais água. Apenas uma pequena quantidade sai do trato digestório nas fezes, enquanto o resto é perdido por evaporação e micção. A situação é complicada pelo fato de as glândulas digestórias produzirem secreções líquidas que são misturadas ao alimento ingerido. A maior parte da água secretada precisa ser recuperada junto com a água adquirida nos alimentos e bebidas.

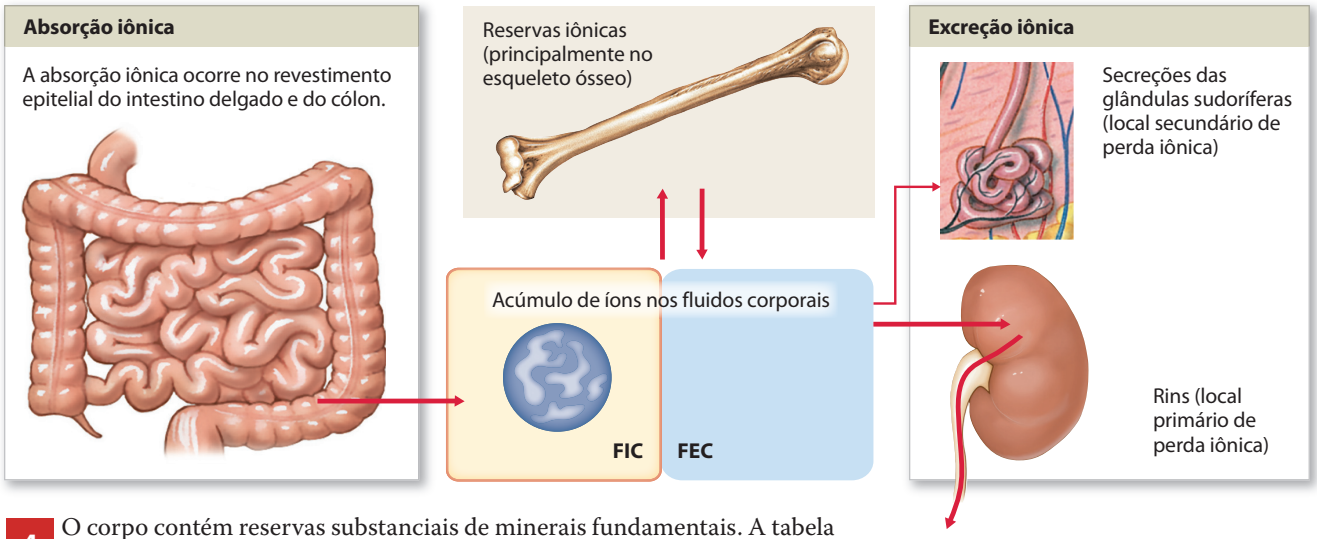
Todo esse movimento de água envolve o fluxo hídrico passivo através do gradiente osmótico. As células epiteliais intestinais absorvem continuamente os nutrientes e íons, e essas atividades diminuem gradualmente a concentração do soluto no lúmen e elevam a concentração do soluto no fluido intersticial da lâmina própria. À medida que a concentração do soluto cai no lúmen, a água passa pelo epitélio e entra no fluido intersticial, mantendo o equilíbrio osmótico. Uma vez dentro do fluido intersticial, a água absorvida é distribuída rapidamente por todo o FEC.



2 O diagrama ilustra os principais fatores que afetam o volume do FEC. Embora a composição do FEC e do FIC seja muito diferente, os dois estão em equilíbrio osmótico. Repare que o volume do FIC é maior do que o do FEC. O volume de água retido nas células representa uma reserva importante que pode evitar mudanças repentinas nas concentrações de soluto e água no FEC. Um movimento rápido do fluido entre o FEC e o FIC em resposta a um gradiente osmótico se chama **desvio de fluido**. Os desvios de fluido ocorrem rapidamente se a concentração osmótica do FEC mudar e chegam ao equilíbrio em minutos ou horas. Esse pode ser um fator importante quando a ingestão hídrica for restrita, mas as perdas hídricas forem graves.



3 O **equilíbrio mineral** ocorre entre a absorção iônica, através do revestimento do intestino delgado e do cólon, e a excreção iônica, principalmente nos rins. As glândulas sudoríferas são uma fonte potencial de perda hídrica e mineral, mas a taxa de secreção é extremamente variável.



4 O corpo contém reservas substanciais de minerais fundamentais. A tabela resume as funções de vários minerais e indica as rotas primárias de excreção iônica. A ingestão diária precisa ser igual, em média, à quantidade perdida a cada dia para que o indivíduo permaneça em equilíbrio mineral.

Minerais e reservas minerais

Mineral	Funções	Teor total no corpo	Rota primária da excreção
Sódio	Essencial para o funcionamento normal das membranas	110 g, principalmente nos fluidos corporais	Urina, suor, fezes
Potássio	Essencial para o funcionamento normal das membranas	140 g, principalmente no citoplasma	Urina
Cloro	Principal ânion dos fluidos corporais; forma o HCl	89 g, principalmente nos fluidos corporais	Urina, suor
Cálcio	Essencial para a função muscular e neuronal e para a estrutura óssea normal	1,36 kg, principalmente no esqueleto ósseo	Urina, fezes
Fósforo	Necessário para a mineralização óssea, formação de compostos altamente energéticos e ativação de enzimas	744 g, principalmente no esqueleto ósseo	Urina, fezes
Magnésio	Cofator de enzimas	29 g	Urina
Ferro	Componente de hemoglobina e mioglobina	3,9 g	Urina (fezes)
Zinco	Cofator dos sistemas enzimáticos	2 g	Urina, pelos (traços)
Cobre	Cofator para a síntese da hemoglobina	127 mg	Urina, fezes (traços)
Cobalto	Cofator para o catabolismo dos aminoácidos	1,1 g	Fezes, urina

Revisão do Módulo 17.10

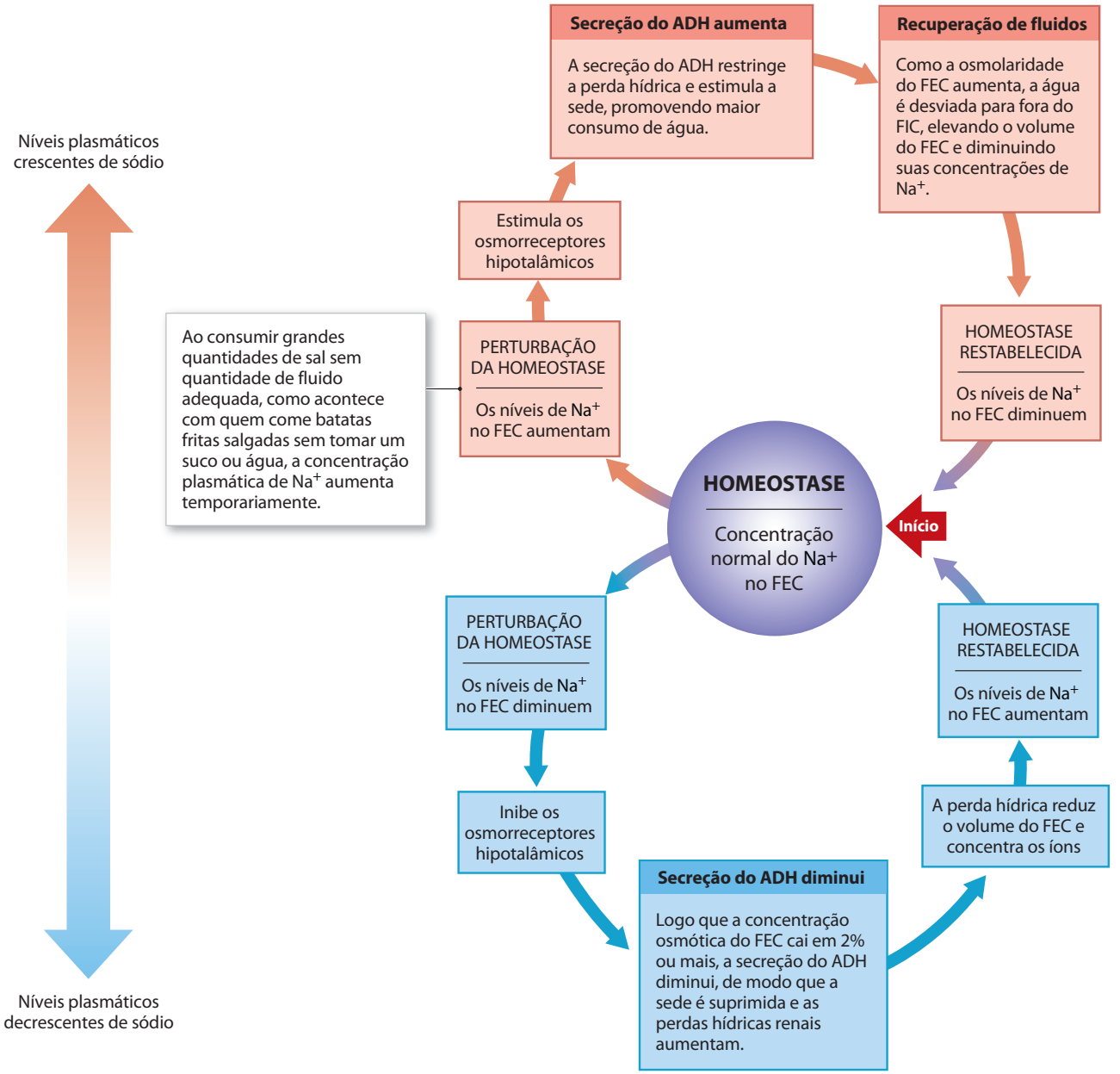
a. Identifique as rotas de perda hídrica pelo corpo.

b. Descreva um desvio de fluido.

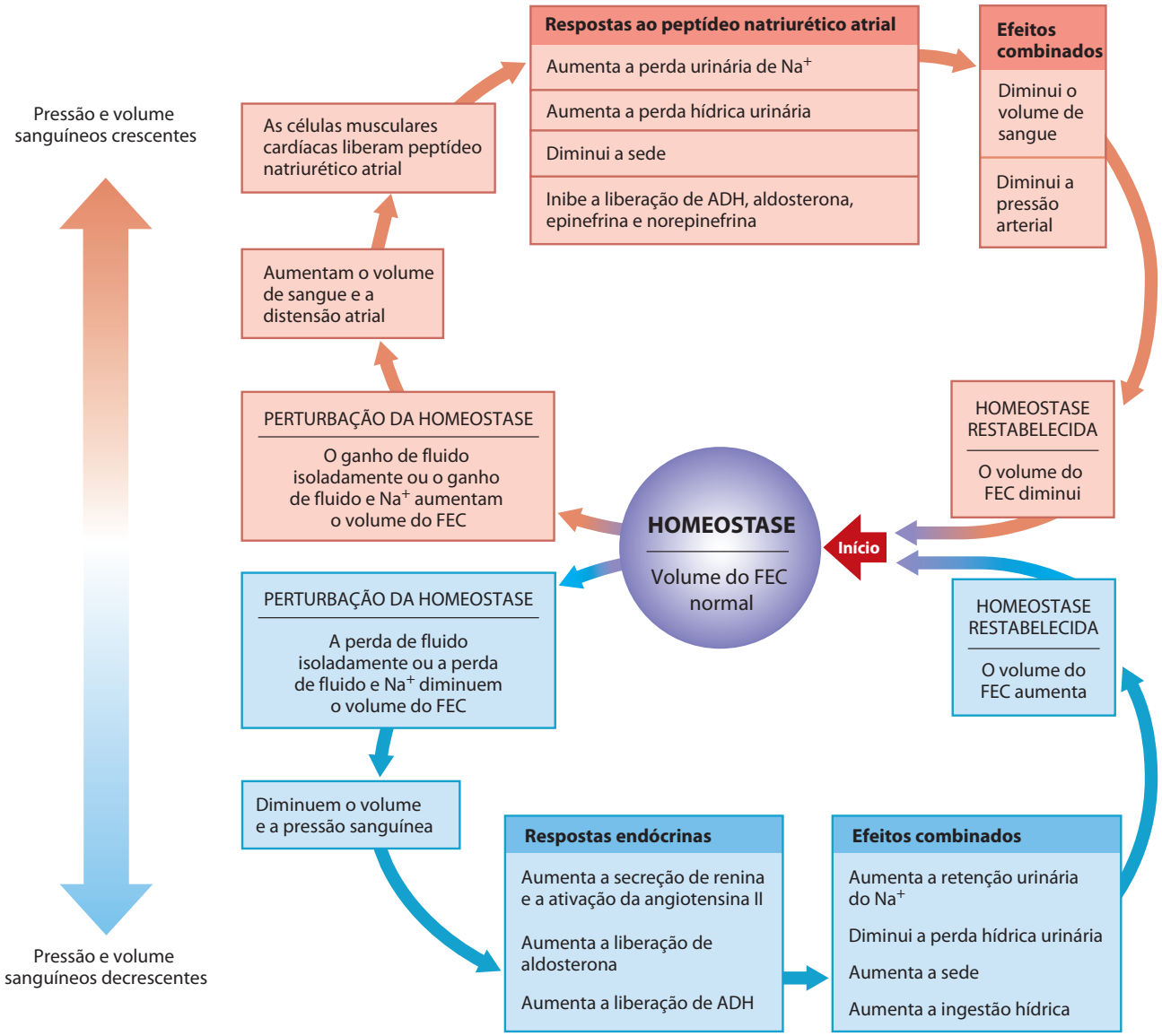
c. Defina equilíbrio hídrico e equilíbrio mineral.

O equilíbrio hídrico depende do equilíbrio de sódio e ambos são regulados simultaneamente

1 O **equilíbrio de sódio** existe se os ganhos e perdas de sódio são iguais. O mecanismo regulatório envolvido altera o volume do FEC, mas mantém a concentração de Na^+ relativamente estável. Quando os ganhos de sódio ultrapassam as perdas, o volume do FEC aumenta; quando as perdas de sódio superam os ganhos, o volume do FEC diminui. As mudanças no volume do FEC ocorrem sem uma mudança significativa na concentração osmótica do FEC. Esses ajustes provocam mudanças pouco importantes no volume do FEC e que não causam efeitos fisiológicos adversos.



2 Se as perturbações no equilíbrio do sódio alterarem significativamente o volume do FEC, os mecanismos homeostáticos responsáveis por regular o volume e a pressão do sangue serão ativados. Por quê? Porque, quando o volume do FEC varia, o volume do plasma também varia e, por sua vez, o volume sanguíneo varia. Se o volume do FEC aumenta, o volume de sangue aumenta; se o volume do FEC cai, o volume de sangue diminui.



As anomalias prolongadas na concentração do Na^+ no FEC ocorrem apenas quando existem problemas graves com o equilíbrio hídrico.

Revisão do Módulo 17.11

a. Qual é o efeito da inibição dos osmorreceptores sobre a secreção do ADH e a sede?

b. Qual é o efeito da aldosterona sobre a concentração de sódio no FEC?

c. Resuma a relação entre a concentração de íons sódio e o FEC.

1. Atividade de associação

Faça a correspondência entre os seguintes termos e a descrição mais adequada.

• Rins	a	_____	Monitora a concentração osmótica do plasma
• Potássio	b	_____	Ganho hídrico = perda hídrica
• Compartimentos fluidos	c	_____	Principais componentes do FEC
• Equilíbrio hídrico	d	_____	Cátion dominante no FEC
• Plasma hipertônico	e	_____	Hormônio que restringe a perda hídrica e estimula a sede
• Desidratação	f	_____	Dissocia-se nos fluidos corporais para formar eletrólitos
• Aldosterona	g	_____	Cátion dominante no FIC
• Plasma, fluido intersticial	h	_____	FIC e FEC
• Osmorreceptores	i	_____	Locais mais importantes de regulação de íons sódio
• Desvio de fluido	j	_____	Movimento da água entre o FEC e o FIC
• Proteínas	k	_____	A água se move das células para o FEC
• ADH	l	_____	Maior contribuinte para os componentes sólidos do corpo
• Minerais	m	_____	Perdas hídricas maiores que os ganhos hídricos
• Sódio	n	_____	Regula a absorção de íons sódio ao longo do TCD e do sistema coletor

2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item mais adequado para completar cada frase.

a Quase dois terços do conteúdo hídrico total do corpo consistem em _____.
- fluido extracelular (FEC)
- fluido intracelular (FIC)
- fluido tecidual
- fluido intersticial

b O equilíbrio eletrolítico envolve o balanço das taxas de absorção através do trato digestório com as taxas de perda no(s) _____.
- coração e pulmões
- estômago e fígado
- rins e glândulas sudoríferas
- pâncreas e vesícula biliar

c Se o FEC for hipertônico em relação ao FIC, a água se moverá _____.
- do FEC para as células até o restabelecimento do equilíbrio osmótico
- das células para o FEC até o restabelecimento do equilíbrio osmótico
- em ambas as direções até o restabelecimento do equilíbrio osmótico
- em resposta à bomba de sódio-potássio

d Quando consumimos água pura, o FEC _____.
- fica hipotônico em relação ao FIC
- fica hipertônico em relação ao FIC
- fica isotônico em relação ao FIC
- os eletrólitos ficam mais concentrados

e Os ajustes fisiológicos que afetam o equilíbrio hidroeletrolítico são regulados primariamente pelo(a) _____.
- hormônio antidiurético
- aldosterona
- peptídeo natriurético atrial
- todos eles

f Quando há perda hídrica, mas os eletrólitos são retidos, a osmolaridade do FEC sobe e a osmose move a água _____.
- para fora do FEC e para dentro do FIC
- entre o FIC e o FEC simultaneamente
- para fora do FIC e para dentro do FEC
- nenhuma das opções anteriores

3. Resposta objetiva

Quais são as duas etapas primárias envolvidas na regulação das concentrações de íons sódio?

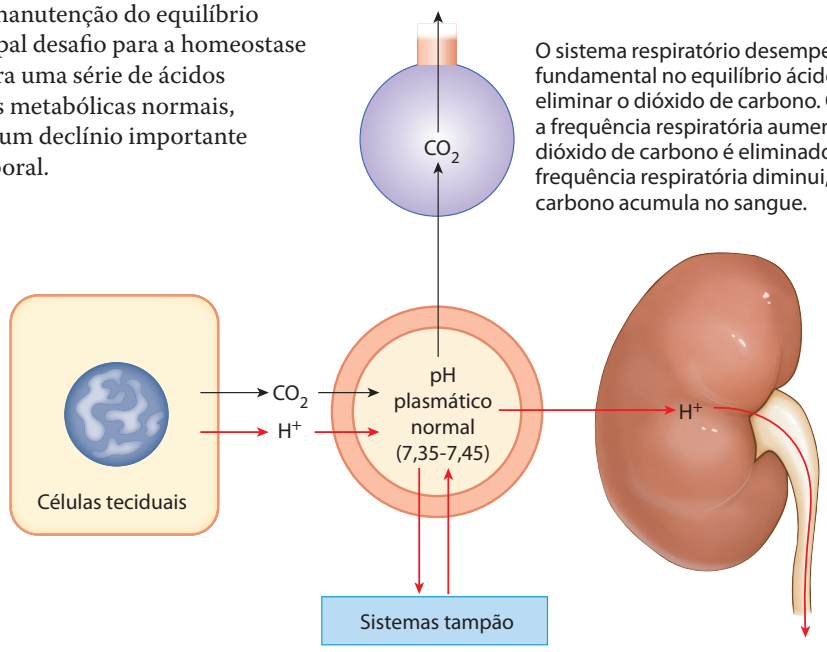
_____

_____

Equilíbrio ácido-base

Seu corpo está em **equilíbrio ácido-base** quando a produção e a perda de íons hidrogênio são precisamente compensadas e quando o pH do fluido corporal permanece dentro dos limites normais.

1 Este diagrama mostra os principais fatores envolvidos na manutenção do equilíbrio ácido-base. O principal desafio para a homeostase é que o seu corpo gera uma série de ácidos durante as operações metabólicas normais, devendo ser evitado um declínio importante no pH do fluido corporal.



O sistema respiratório desempenha papel fundamental no equilíbrio ácido-base ao eliminar o dióxido de carbono. Quando a frequência respiratória aumenta, mais dióxido de carbono é eliminado. Quando a frequência respiratória diminui, o dióxido de carbono acumula no sangue.

Tecidos ativos geram dióxido de carbono permanentemente, que em solução forma o ácido carbônico. As operações metabólicas normais produzem outros ácidos, como o ácido lático.

Os rins desempenham papel importante no equilíbrio ácido-base secretando íons hidrogênio na urina e gerando tampões que entram na corrente sanguínea. A taxa de excreção sobe ou desce conforme a necessidade para manter o pH plasmático normal. Em consequência, o pH normal da urina varia amplamente, mas equivale, em média, a 6 – ligeiramente ácido.

Os sistemas tampão podem armazenar temporariamente os íons hidrogênio e, assim, proporcionar estabilidade de pH a curto prazo.

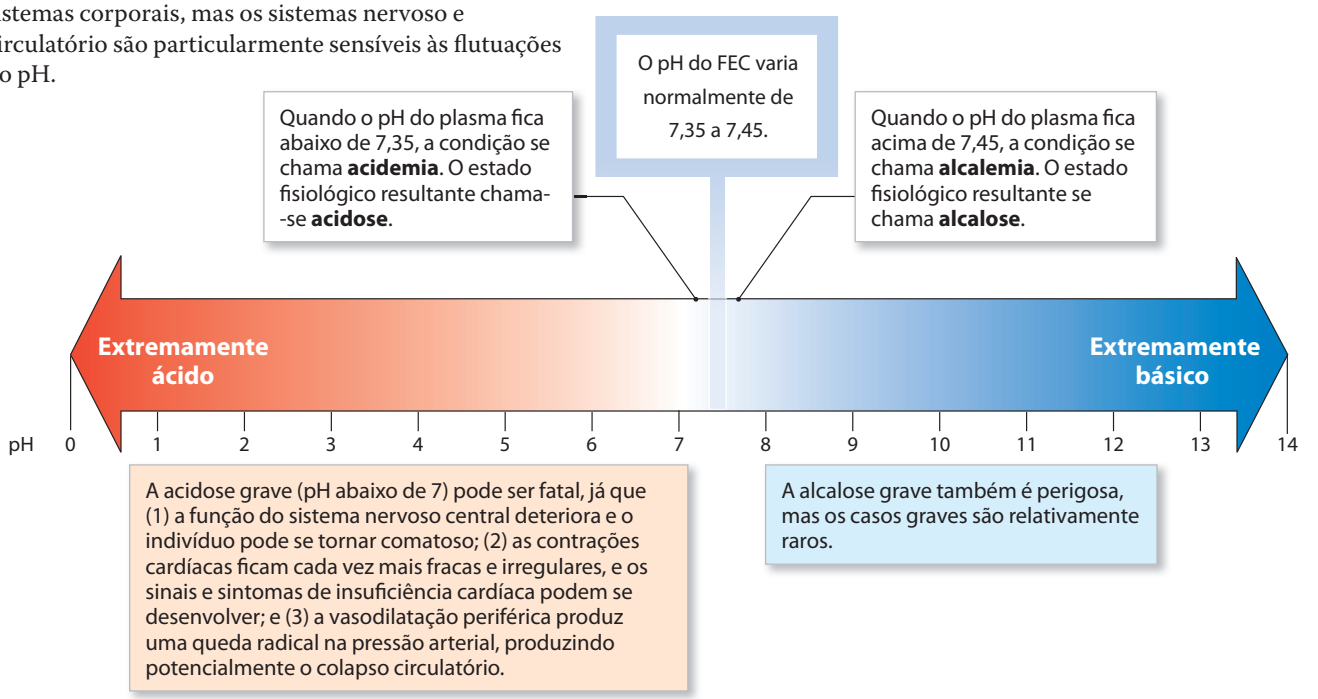
Para manter a homeostase, o pH dos fluidos corporais deve permanecer dentro de intervalos específicos. Lembre-se de que o pH é um indicador da concentração de íons hidrogênio. O equilíbrio normal entre ácido e base no plasma sanguíneo existe como uma reação entre os materiais produzidos e utilizados pelo metabolismo corporal e as quantidades relativas de materiais ácidos e básicos excretados pelo corpo. O estado normal do equilíbrio ácido-base no plasma sanguíneo é ligeiramente alcalino, 7,35-7,45, indicando excesso de íons hidróxido. Esta seção discute os sistemas tampão e os mecanismos de compensação (respiratório e renal) que regulam os íons hidrogênio nos fluidos corporais para manter o equilíbrio ácido-base.

Os sistemas tampão se opõem às alterações potencialmente perigosas no equilíbrio ácido-base

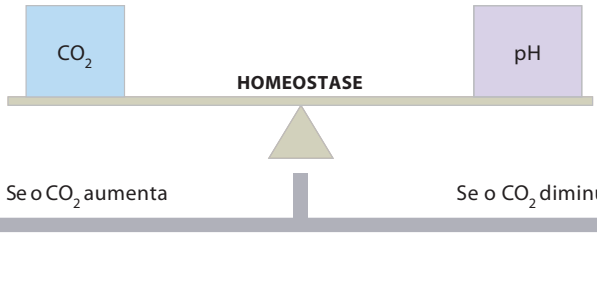
1 O tópico do pH e a natureza química dos ácidos, bases e tampões foram introduzidos no Módulo 2.7. A tabela apresenta uma revisão dos termos importantes para a discussão que se segue.

Revisão de termos importantes relacionados ao equilíbrio ácido-base	
pH	Concentração de íons hidrogênio [H^+] em uma solução; o valor do pH é um número entre 0 e 14
Neutro	Solução com pH de 7; a solução contém quantidades iguais de íons [H^+] e íons hidróxido [OH^-]
Ácido	Solução com um pH abaixo de 7; nessa solução predominam os íons [H^+]
Básico ou alcalino	Solução com um pH acima de 7; nessa solução predominam os íons [OH^-]
Ácido	Substância que se dissocia para liberar [H^+], diminuindo o pH
Base	Substância que se dissocia para liberar [OH^-] ou para remover [H^+], aumentando o pH
Sal	Composto iônico que consiste em um cátion que não seja um [H^+] e um ânion que não seja um [OH^-]
Tampão	Substância que tende a se opor às mudanças no pH de uma solução, removendo ou substituindo os [H^+]; nos fluidos corporais, os tampões mantêm o pH do sangue dentro dos limites normais (7,35-7,45)

2 O pH do FEC normalmente se mantém dentro de limites relativamente estreitos, entre 7,35 e 7,45. Qualquer desvio da faixa normal é extremamente perigoso, pois as mudanças nas concentrações de H^+ perturbam a estabilidade das membranas plasmáticas, alteram a estrutura das proteínas e mudam as atividades de enzimas importantes. Você não conseguiria sobreviver muito tempo com um pH do FEC abaixo de 6,8 ou acima de 7,7. Na prática, as diminuições no pH são muito mais comuns do que os aumentos, pois as atividades celulares normais geram vários ácidos, incluindo o ácido carbônico. Qualquer desvio no pH afeta praticamente todos os sistemas corporais, mas os sistemas nervoso e circulatório são particularmente sensíveis às flutuações do pH.

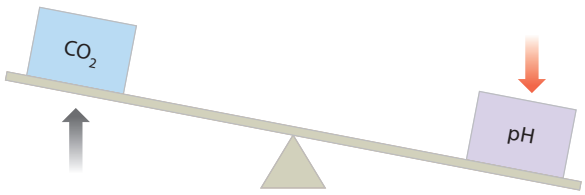


3 O nível de dióxido de carbono (CO_2) é o fator mais importante que afeta o pH dos tecidos corporais, porque o dióxido de carbono se combina com a água e forma **ácido carbônico** (H_2CO_3). Uma vez que a anidrase carbônica converte a maior parte do dióxido de carbono em solução para ácido carbônico e que a maior parte do ácido carbônico se dissocia, existe uma relação inversa entre o nível de dióxido de carbono e o pH.



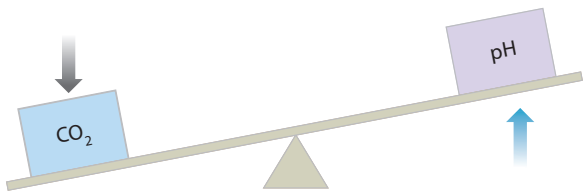
$$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

Quando os níveis de dióxido de carbono aumentam, forma-se mais ácido carbônico, mais íons hidrogênio e íons bicarbonato são liberados e o pH diminui.



$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

Quando os níveis de dióxido de carbono diminuem, o ácido carbônico se dissocia em água e dióxido de carbono. Isso remove os íons H^+ da solução e aumenta o pH.



4 O **sistema tampão** nos fluidos corporais consiste geralmente na combinação de um ácido fraco (HY) e um ânion (Y^-) liberados por sua dissociação. O ânion funciona como uma base fraca. Em solução, as moléculas do ácido fraco existem em equilíbrio com os produtos de sua dissociação. A fórmula química que representa essa relação é:

$$HY \rightleftharpoons H^+ + Y^-$$

A adição de H^+ à solução perturba o equilíbrio e resulta na formação de mais moléculas de ácido fraco.

$$H^+ + Y^- \xrightarrow{H^+} H^+ + HY$$

A remoção de H^+ da solução perturba o equilíbrio e resulta na dissociação de mais moléculas de HY. Isso libera H^+.

$$H^+ + HY \longrightarrow H^+ + Y^-$$
$$H^+$$

Os sistemas tampão podem compensar temporariamente as flutuações no pH, mas, no fim das contas, o problema precisa ser eliminado antes de todos os tampões disponíveis estarem ligados. Um "reparo" envolve alguma combinação de compensação renal e compensação respiratória. Na **compensação renal**, os rins secretam ou geram H^+ ou HCO_3^-. Na **compensação respiratória**, a frequência respiratória aumenta ou diminui para controlar a taxa de eliminação do dióxido de carbono.

Revisão do Módulo 17.12

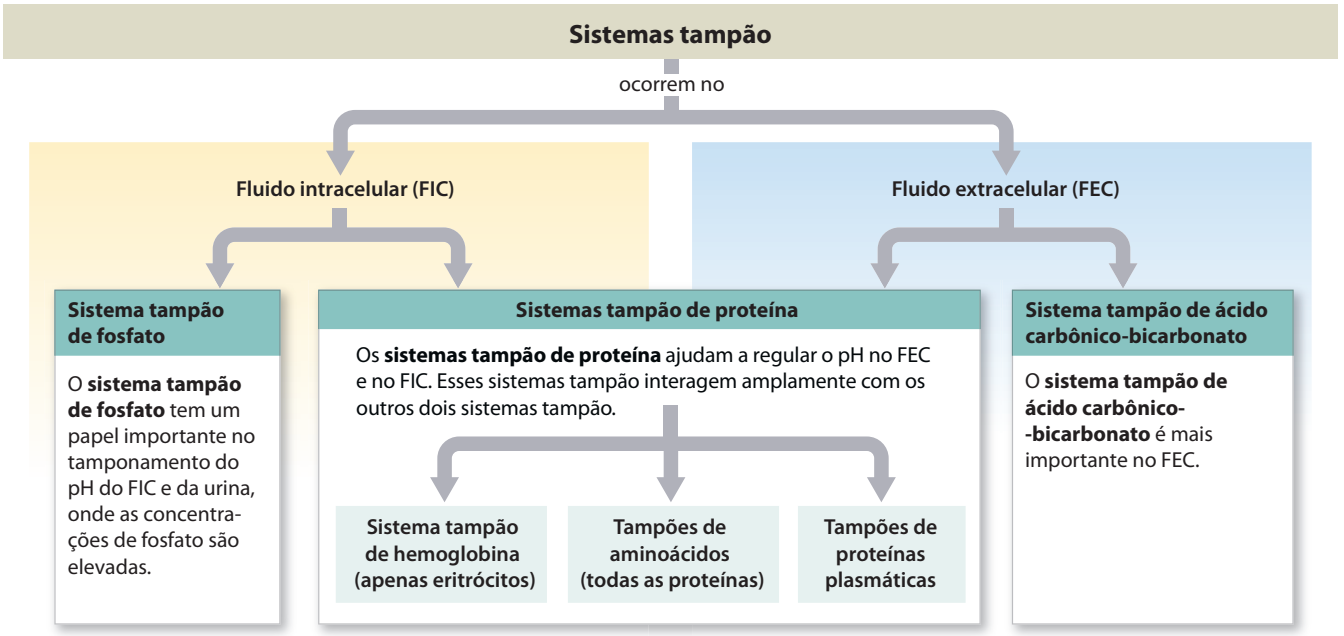
a. Defina acidemia e alcalemia.

b. Qual é o fator mais importante que afeta o pH do FEC?

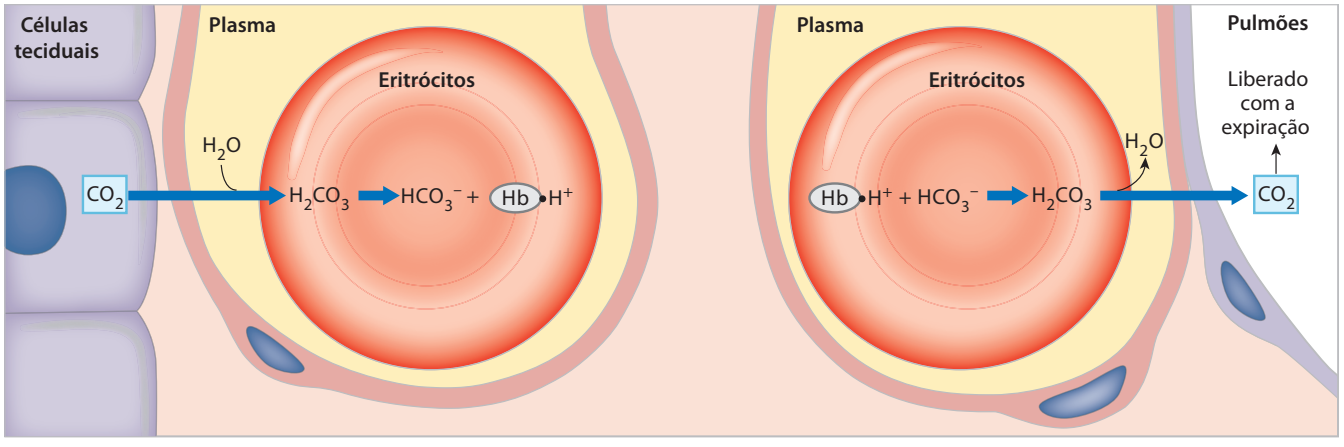
c. Resuma a relação entre os níveis de CO_2 e o pH.

Os sistemas tampão podem atrasar, mas não evitar, as flutuações do pH no FIC e no FEC

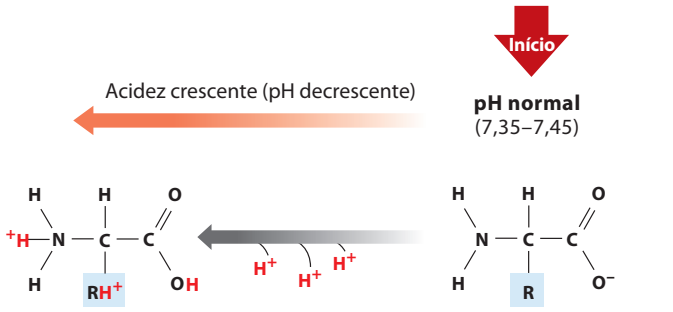
1 O corpo possui três sistemas tampão importantes, cada um com características e distribuições ligeiramente diferentes. Embora os sistemas tampão possam se ligar ao excesso de H^+, eles proporcionam uma solução apenas temporária para o desequilíbrio ácido-base. Os íons hidrogênio não são eliminados, mas simplesmente neutralizados. No processo, uma molécula tampão é ativada e o fornecimento de tampões é limitado.



2 O **sistema tampão de hemoglobina** é o único sistema tampão intracelular que pode ter um efeito imediato sobre o pH dos fluidos corporais. Nos tecidos, os eritrócitos absorvem dióxido de carbono do plasma e o convertem em ácido carbônico. Como o ácido carbônico se dissocia, as proteínas de hemoglobina tamponam os íons hidrogênio. Nos pulmões, a sequência inteira da reação ocorre ao inverso e o CO_2 difunde-se nos alvéolos para ser exalado.



3 Os sistemas tampão de proteína reduzem a taxa de flutuação do pH, geralmente ligando-se ao excesso de íons hidrogênio. Esses sistemas tampão dependem da capacidade dos aminoácidos de responderem às flutuações no pH aceitando ou liberando H^+. O mecanismo subjacente é exibido aqui. Em uma proteína, a maior parte dos grupos carboxila e amina na cadeia principal está ligada por meio de ligações peptídicas, deixando apenas o $–COO^-$ do primeiro aminoácido e o $–NH_2$ do último aminoácido disponíveis como tampões. Desse modo, os grupos R dos aminoácidos integrantes da proteína proporcionam a maior parte da capacidade de tamponamento das proteínas.



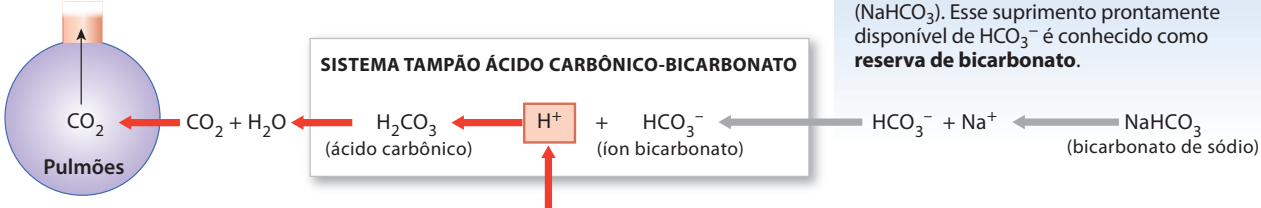
Se o pH baixar, o íon carboxilato (COO^-) e o grupo amina ($–NH_2$) de um aminoácido livre podem agir como bases fracas e aceitar outros íons hidrogênio, formando um grupo carboxila (–COOH) e um íon amina ($–NH_3^+$), respectivamente. Muitos dos grupos R também podem aceitar íons hidrogênio, formando RH^+.

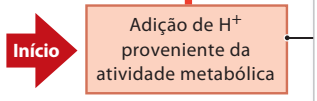
No pH normal dos fluidos corporais (7,35-7,45), o grupo carboxila da maioria dos aminoácidos liberou seus íons hidrogênio.

4 O sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato envolve reações livremente reversíveis. Uma mudança na concentração de qualquer um dos participantes afeta as concentrações de todos os demais participantes e muda a direção das reações em andamento.

RESERVA DE BICARBONATO

Os fluidos corporais contêm grande reserva de HCO_3^-, principalmente na forma de moléculas dissolvidas provenientes do bicarbonato de sódio, uma base fraca ($NaHCO_3$). Esse suprimento prontamente disponível de HCO_3^- é conhecido como **reserva de bicarbonato**.





A função principal do sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato é proteger contra os efeitos dos ácidos gerados pela atividade metabólica. Na realidade, ele pega o H^+ liberado por esses ácidos e gera ácido carbônico que se dissocia em água e dióxido de carbono, o qual pode ser liberado facilmente pelos pulmões.

Os **transtornos metabólicos ácido-base** resultam da produção ou da perda de quantidades excessivas de ácidos. O papel fundamental do sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato é proteger contra esses transtornos. Os **transtornos respiratórios ácido-base** resultam de um desequilíbrio entre a taxa de geração do CO_2 e a taxa de eliminação do CO_2 nos pulmões. O sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato não consegue proteger contra os transtornos respiratórios; os desequilíbrios precisam ser corrigidos por mudanças reflexas na profundidade e frequência da respiração.

Revisão do Módulo 17.13

a. Identifique os três principais sistemas tampão do corpo.

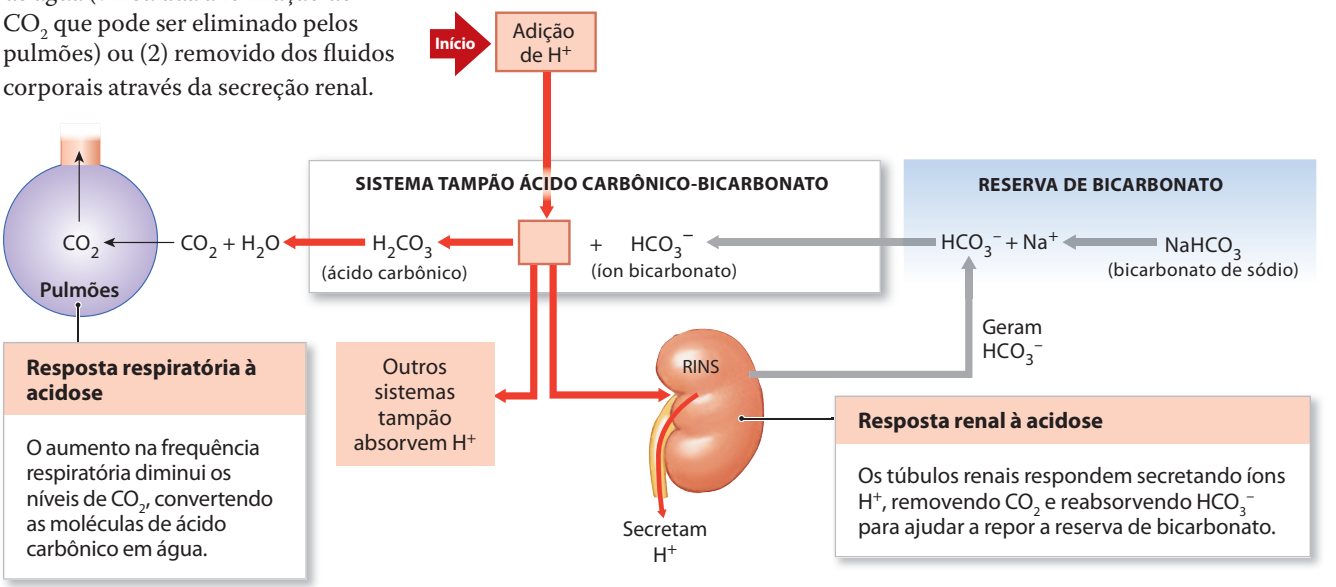
b. Como agem as proteínas e os aminoácidos livres quando o pH fica abaixo do normal?

c. Descreva o sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato.

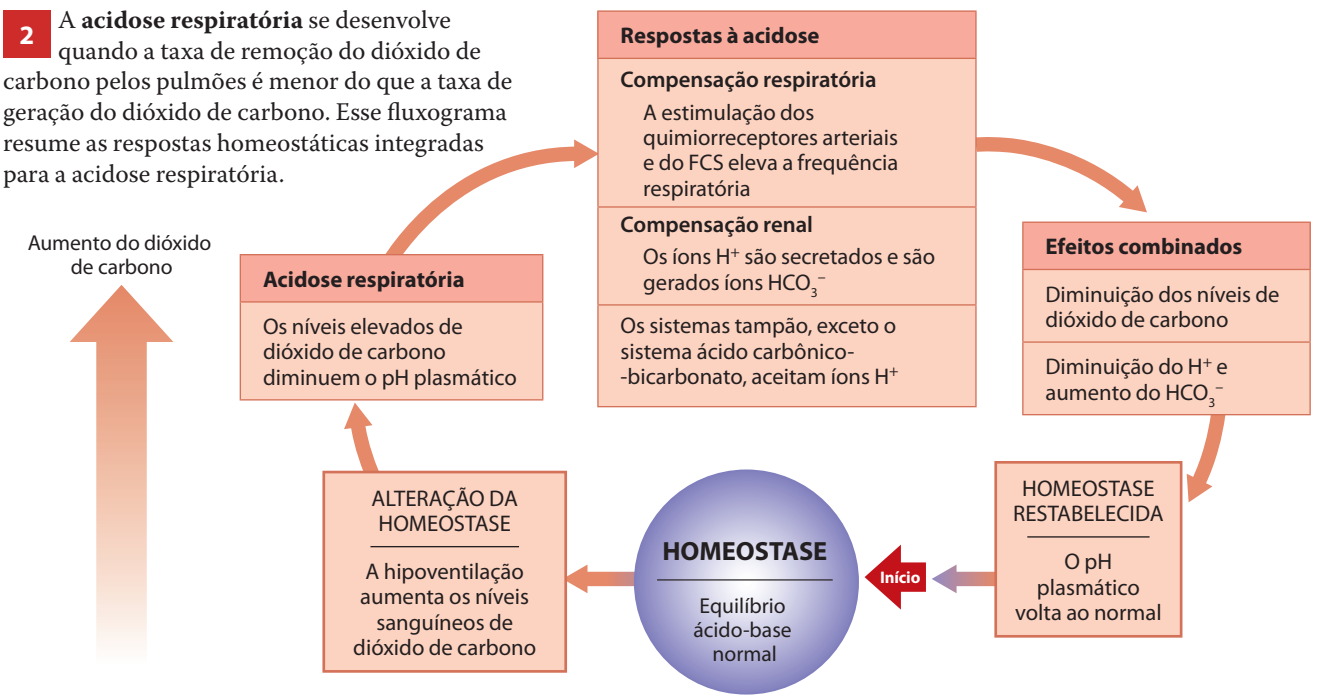
As respostas homeostáticas à acidose e à alcalose envolvem mecanismos respiratórios e renais, além dos sistemas tampão

Respostas à acidose

1 A **acidose metabólica** se desenvolve quando os ácidos liberam grandes quantidades de íons hidrogênio e o pH diminui. Para que a homeostase seja preservada, o excesso de H^+ precisa ser (1) permanentemente utilizado na formação de água (vinculada à formação do CO_2 que pode ser eliminado pelos pulmões) ou (2) removido dos fluidos corporais através da secreção renal.

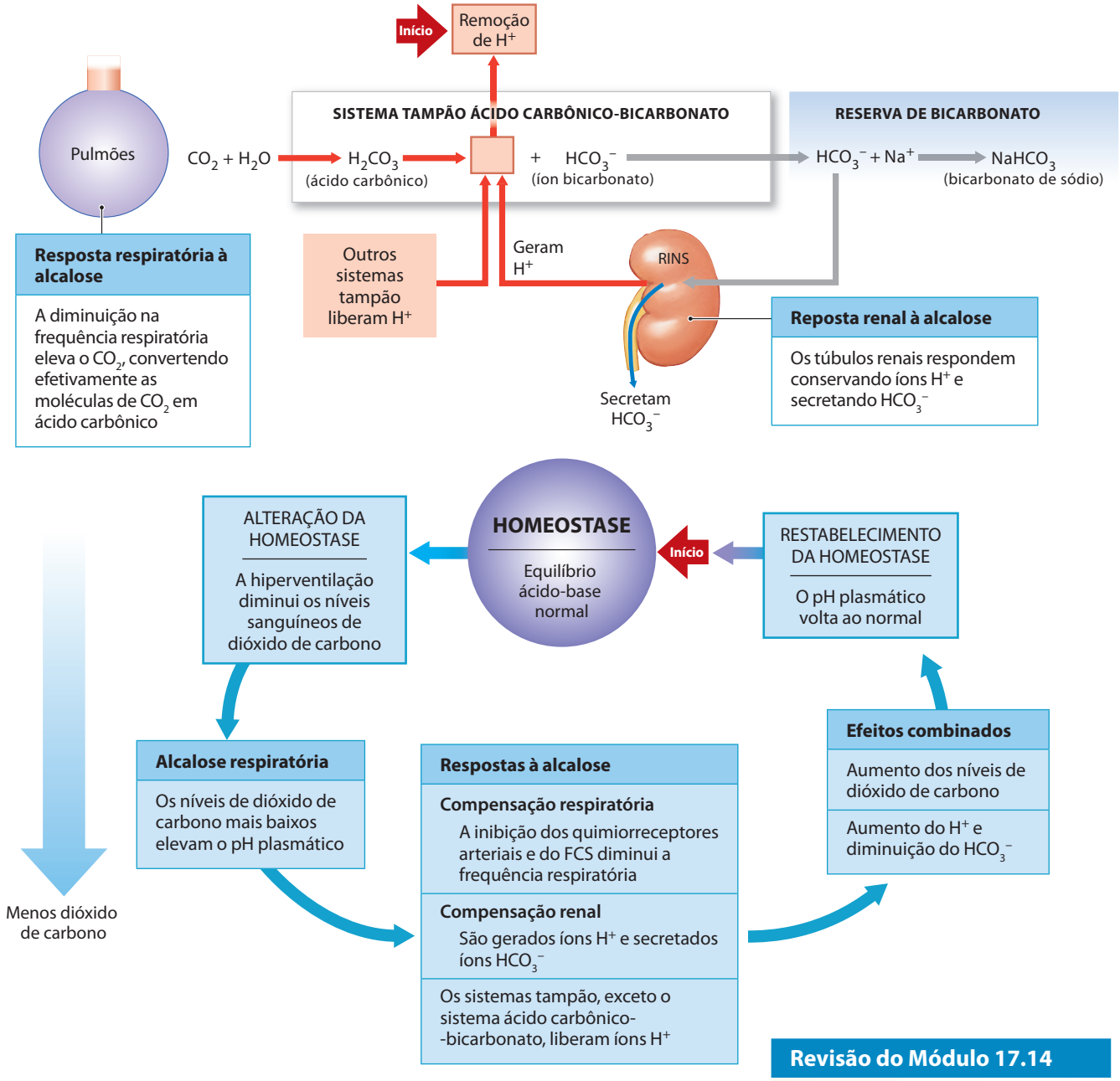


2 A **acidose respiratória** se desenvolve quando a taxa de remoção do dióxido de carbono pelos pulmões é menor do que a taxa de geração do dióxido de carbono. Esse fluxograma resume as respostas homeostáticas integradas para a acidose respiratória.



Respostas à alcalose

3 A **alcalose metabólica** se desenvolve quando grandes quantidades de íons hidrogênio são removidas dos fluidos corporais, elevando o pH. Quando isso acontece, (1) a taxa de secreção do H^+ nos rins diminui, (2) as células tubulares não recuperam os bicarbonatos no fluido tubular e (3) o sistema coletor transporta o HCO_3^- para o fluido tubular, liberando ao mesmo tempo um ácido forte (HCl) no FEC.



4 A **alcalose respiratória** ocorre se a taxa de eliminação do dióxido de carbono pelos pulmões ultrapassa a taxa de geração do dióxido de carbono. Esse fluxograma resume as respostas homeostáticas à alcalose respiratória. A maioria dos casos está relacionada com ansiedade, e a hiperventilação resultante é autolimitada – muitas vezes o indivíduo desmaia e depois a frequência respiratória volta ao normal.

Revisão do Módulo 17.14

a. Compare a acidose metabólica e a alcalose metabólica.

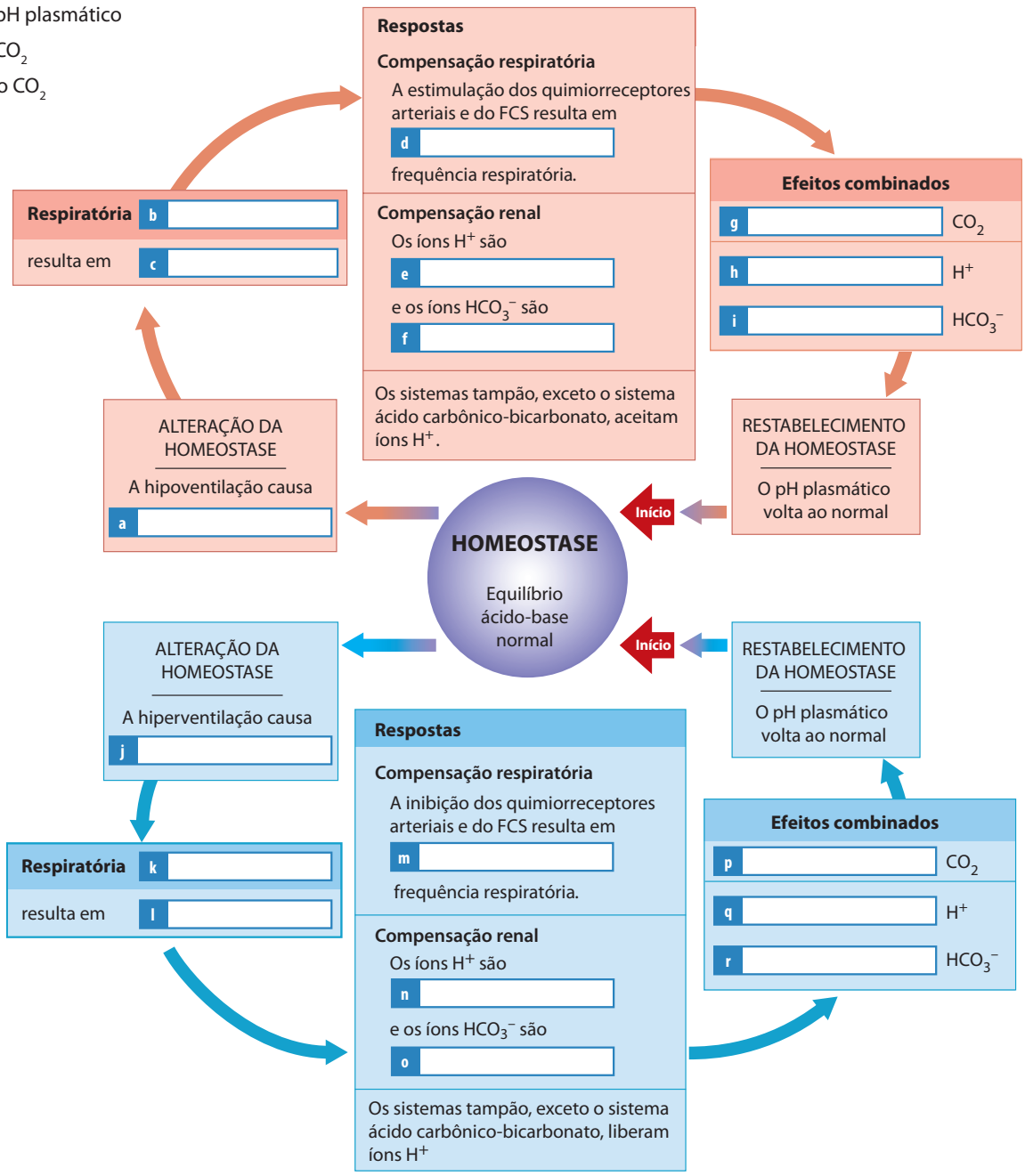
b. Compare a acidose respiratória e a alcalose respiratória.

c. Se os rins conservam HCO_3^- e eliminam H^+ na urina, esses rins estão reagindo a qual condição?

1. Criando legendas

Use os termos a seguir para rotular os quadros nos dois fluxogramas. Os termos podem ser empregados mais de uma vez.

- Diminuição do pH plasmático
- Aumento do pH plasmático
- Aumento do CO_2
- Diminuição do CO_2
- Aumento
- Diminuição
- Alcalose
- Acidose
- Gerado
- Secretado



2. Integração de seções

Após cair em uma pedreira abandonada cheia de água e quase se afogar, um rapaz é resgatado. Socorristas avaliam a sua condição e constatam que seus fluidos corporais têm níveis elevados de CO_2 e lactato e níveis baixos de O_2. Identifique o problema subjacente e recomende o tratamento necessário para restabelecer as condições homeostáticas.

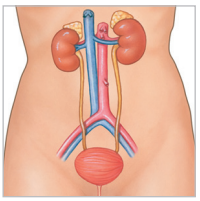
Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Anatomia do sistema urinário

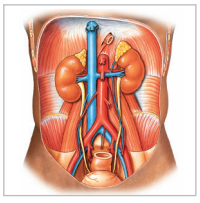
- sistema urinário
- trato urinário
- rins
- urina
- ureteres
- bexiga urinária
- micção
- uretra



17.1

Os rins são um par de órgãos retroperitoneais

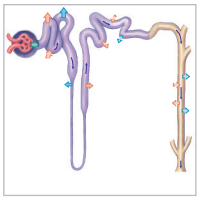
- rim
- hilo
- ureteres
- ○ retroperitoneal
- fáscia renal
- cápsula fibrosa
- seio renal
- córtex renal
- medula renal
- pirâmide renal
- papila renal
- coluna renal
- lobo renal
- cálice menor
- cálice maior
- pelve renal



17.2

Um néfron pode ser dividido em regiões; cada região tem funções específicas

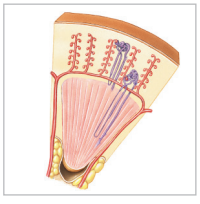
- néfron
- corpúsculo renal
- túbulo renal
- espaço capsular
- filtrado
- cápsula glomerular ou de Bowman
- glomérulo
- túbulo contorcido proximal (TCP)
- fluido tubular
- alça nefrônica
- túbulo contorcido distal (TCD)
- sistema coletor
- ducto coletor
- ducto papilar
- néfrons corticais
- néfrons justamedulares



17.3

Os rins são altamente vascularizados e os padrões da circulação são complexos

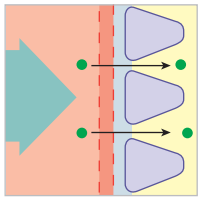
- artéria renal
- artérias segmentares
- artérias interlobares
- artérias arqueadas
- artérias interlobulares
- arteríolas aferentes
- glomérulo
- veias interlobulares
- veias arqueadas
- veias interlobares
- veia renal
- arteríola eferente
- capilares peritubulares
- vasos retos



SEÇÃO 2

Visão global da fisiologia renal

- ureia
- creatinina
- ácido úrico
- filtração
- reabsorção
- secreção

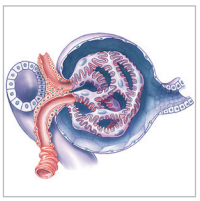


• = *Termos em negrito neste módulo.*

17.4

Filtração, reabsorção e secreção ocorrem em regiões específicas do néfron e do sistema coletor

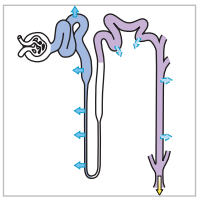
- arteríola eferente
- complexo justaglomerular
- arteríola aferente
- espaço capsular
- podócitos
- fendas de filtração



17.5

O volume e a concentração da urina são regulados por hormônios

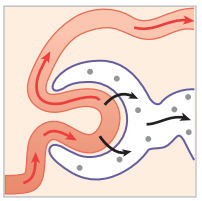
- reabsorção hídrica compulsória
- reabsorção hídrica facultativa
- ○ túbulo contorcido distal
- ○ ducto coletor
- ○ hormônio antidiurético (ADH)
- aquaporinas
- ○ urina
- poliúria
- oligúria
- anúria



17.6

A função renal é um processo integrativo

- ○ concentração osmótica
- ○ reabsorção hídrica compulsória
- ○ ureia
- ○ ADH
- ○ vasos retos



17.7

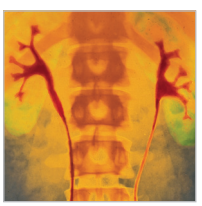
A insuficiência renal é uma condição potencialmente fatal

- insuficiência renal
- insuficiência renal aguda
- insuficiência renal crônica
- hemodiálise
- diálise
- ○ fluido de diálise
- *shunts*

SEÇÃO 3

Armazenamento e eliminação da urina

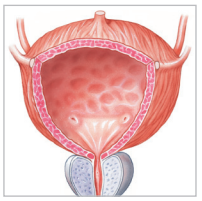
- pielograma
- ureteres
- bexiga urinária
- uretra



17.8

Os ureteres, a bexiga urinária e a uretra são especializados na condução da urina

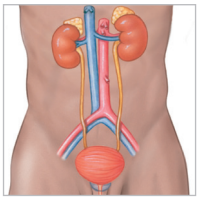
- micção
- detrusor
- ureteres
- aberturas ureterais
- trígono
- rugas
- colo da bexiga urinária
- esfíncter interno da uretra
- esfíncter externo da uretra
- reflexo de micção



17.9

Os exames físicos e laboratoriais geralmente conseguem detectar os transtornos urinários

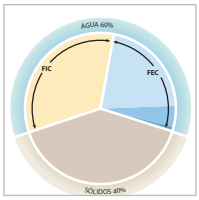
- pielonefrite
- cálculos renais
- disúria
- edema
- proteinúria
- febre
- cistite
- incontinência
- retenção urinária
- cilindros



SEÇÃO 4

Equilíbrio hidroeletrolítico

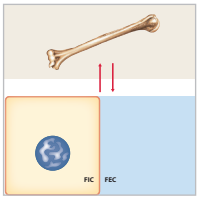
- minerais
  - eletrólitos
  - fluido intracelular (FIC)
  - fluido extracelular (FEC)
- compartimentos fluidos e dinâmicos



17.10

Há equilíbrio hidromineral quando os ganhos são iguais às perdas

- equilíbrio hídrico
- desvio de fluido
- equilíbrio mineral
  - absorção iônica
  - excreção iônica



17.11

O equilíbrio hídrico depende do equilíbrio de sódio e ambos são regulados simultaneamente

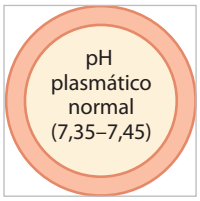
- equilíbrio de sódio
  - osmorreceptores
  - volume do FEC
  - homeostase

• = *Termos em negrito neste módulo.*

SEÇÃO 5

Equilíbrio ácido-base

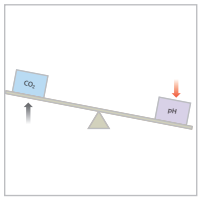
- equilíbrio ácido-base
  - íons hidrogênio
  - pH plasmático



17.12

Os sistemas tampão se opõem às alterações potencialmente perigosas no equilíbrio ácido-base

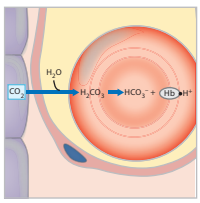
- acidemia
- acidose
- alcalemia
- alcalose
- ácido carbônico
- sistema tampão
- compensação renal
- compensação respiratória



17.13

Os sistemas tampão podem atrasar, mas não evitar, as flutuações do pH no FIC e no FEC

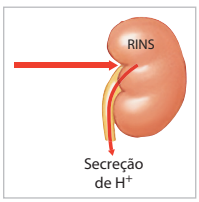
- sistema tampão de fosfato
- sistemas tampão de proteína
- sistema tampão de ácido carbônico--bicarbonato
- sistema tampão de hemoglobina
- reserva de bicarbonato
- transtornos metabólicos ácido-base
- transtornos respiratórios ácido-base



17.14

As respostas homeostáticas à acidose e à alcalose envolvem mecanismos respiratórios e renais, além dos sistemas tampão

- acidose metabólica
  - sistema tampão ácido carbônico--bicarbonato
  - resposta respiratória à acidose
  - resposta renal à acidose
- acidose respiratória
- alcalose metabólica
  - resposta respiratória à alcalose
  - resposta renal à alcalose
- alcalose respiratória



CAMINHOS PROFISSIONAIS

Enfermeiro

A PROFISSÃO

A função primordial da Enfermagem é promover o restabelecimento da saúde do paciente. A ação se dá por diversas frentes: controles de higiene, alimentação e dosagem de medicamentos, realização de exames e investigação de sintomas, entre outros. E, para lidar com pacientes da maneira exigida pela carreira, é essencial conhecer cada detalhe do funcionamento do corpo humano, o que é proporcionado pelos estudos de Anatomia e Fisiologia, que já fazem parte do currículo dos primeiros semestres da graduação.

Seu trabalho incluirá interagir com outros profissionais envolvidos nos tratamentos, como médicos e fisioterapeutas, facilitando suas atuações. Equipes de enfermagem também prestam auxílio a médicos em procedimentos, em funções como a instrumentação e a esterilização de equipamentos em cirurgias.

A evolução profissional acaba alçando o enfermeiro a cargos de chefia nos órgãos de saúde, gerindo equipes que podem cuidar de grandes grupos de pacientes ao mesmo tempo.

Você pode se especializar em muitas áreas: psiquiatria, oncologia, geriatria, obstetrícia, entre outras.

Saiba mais

Conselho Federal de Enfermagem – http://novo.portalcofen.gov.br

Associação Brasileira de Enfermagem – www.abennacional.org.br

Conselho Regional de Enfermagem/SP – www.coren-sp.gov.br

Essa carreira é ideal para você? Um bom enfermeiro deve saber ouvir não só os pacientes, que são sua razão de existir, mas também os profissionais que compartilham o tratamento com você e que também devem respeitar suas opiniões. A responsabilidade profissional é muito grande, já que, sob sua tutela, haverá vários pacientes (e funcionários, em certos casos). Isso exige rapidez e firmeza nas decisões que deverá tomar (que são muitas).

Formação A tendência da maioria dos cursos universitários brasileiros é focar a atenção primária ao paciente, ou seja, o trabalho em ambulatórios, hospitais e postos de saúde. O aprofundamento nas especialidades costuma ser feito durante a especialização ou a pós-graduação.

A base do curso, que dura até cinco anos, aborda os mais diferentes aspectos das ciências biológicas e da saúde. Além de Anatomia e Fisiologia, estudam-se Genética, Imunologia, Patologia, Microbiologia e Parasitologia. Outra frente é a que trabalha as relações humanas, em disciplinas como Psicologia, Pedagogia, Ética, Sociologia e Antropologia. Estas se unem às disciplinas de gestão pessoal e hospitalar, que antecipam a vivência cotidiana da carreira. As disciplinas práticas introduzem o aluno aos principais procedimentos e especialidades, inclusive com o atendimento supervisionado de pacientes. Estágios extracurriculares costumam ser exigidos, assim como o trabalho de conclusão de curso. Em algumas universidades, há a possibilidade de optar pelo curso de licenciatura, o que abre caminho para a carreira docente.

Remuneração média O valor do piso salarial varia entre os estados, sendo negociado pelos sindicatos regionais. No estado de São Paulo, os valores vigentes em 2014 estão entre R$ 1.910,00 e R$ 2.400,00, de acordo com a cidade. Para trabalhar, é obrigatório ter registro no Conselho Regional de Enfermagem de seu estado.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Perspectivas profissionais Não faltam opções de trabalho para o enfermeiro, especialmente na área hospitalar. É neles, em diversos cursos oferecidos pelos próprios hospitais (além das universidades), que o profissional pode se especializar na função que deseja, delineando melhor seus caminhos. De acordo com a área, há trabalho em vários lugares, como clínicas psiquiátricas, centros de reabilitação, asilos...

Pacientes acamados no sistema home care normalmente precisam da atenção exclusiva de um profissional. Caso prefira trabalhar dessa forma, é recomendável formalizar sua situação. Pode-se atuar em grandes empresas, no tratamento ambulatorial e na prevenção de acidentes de trabalho. Já a característica gerencial da profissão permite o trabalho em empresas de planos de saúde ou recursos humanos.

O setor público é um bom empregador, em programas como o Saúde da Família. A pesquisa acadêmica, por sua vez, estuda o desenvolvimento de novas técnicas e terapêuticas na área, dentro dos centros de excelência das universidades brasileiras.

Fontes consultadas

Guia de profissões: enfermagem. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/guia-de-profissoes/enfermagem/4edd2c3651881c5a3400000a.html>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Matriz curricular de curso de Enfermagem da UFU. Disponível em: <www.famed.ufu.br/sites/famed.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Fluxograma%20Enfermagem%20-%20Curriculo%202007LBENF.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

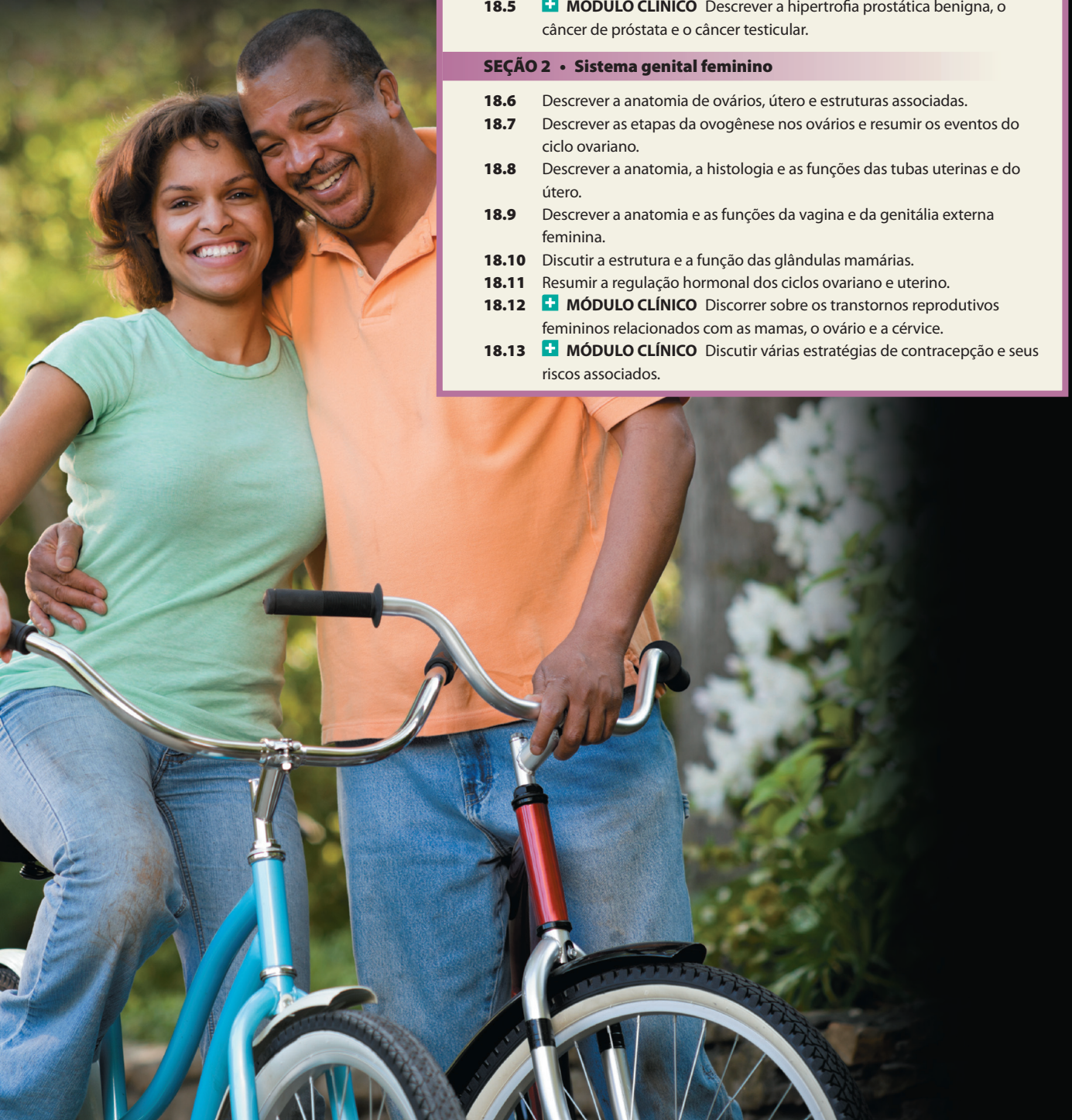
Capítulo 17 – Questões de revisão

1. Sílvia está sofrendo de edema grave em seus braços e pernas. Seu médico prescreve um diurético (substância que aumenta o volume de urina produzido). Como isso poderia ajudar nos problemas de Sílvia?
2. O *manitol* é um açúcar filtrado, mas não reabsorvido, pelos rins. Qual efeito a ingestão de uma solução de manitol teria sobre o volume de urina produzido?
3. De que maneira as proteínas são excluídas do filtrado? Por que isso é importante?
4. Ao visitar outro país, Milly bebeu, sem querer, um pouco de água, embora tivesse sido aconselhada a não fazê-lo. Ela contraiu uma doença intestinal que provoca diarreia grave. De que modo você esperaria que a sua condição afetasse o pH sanguíneo, o pH urinário e o padrão respiratório?
5. Explique a diferença entre equilíbrio hídrico, equilíbrio eletrolítico e equilíbrio ácido-base, e também por que cada um deles é importante para a homeostase.

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

18

Sistema genital



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Sistema genital masculino

18.1 Descrever a estrutura dos testículos, resumir os eventos da meiose na produção dos espermatozoides e definir a morfologia funcional de um espermatozoide maduro.

18.2 Explicar a função dos hormônios regulatórios e da testosterona no estabelecimento e na manutenção da função sexual masculina.

18.3 Explicar as funções do sistema genital masculino e das glândulas que atuam na maturação, nutrição, armazenamento e transporte dos espermatozoides.

18.4 Descrever a estrutura e a função do pênis.

18.5 **MÓDULO CLÍNICO** Descrever a hipertrofia prostática benigna, o câncer de próstata e o câncer testicular.

SEÇÃO 2 • Sistema genital feminino

18.6 Descrever a anatomia de ovários, útero e estruturas associadas.

18.7 Descrever as etapas da ovogênese nos ovários e resumir os eventos do ciclo ovariano.

18.8 Descrever a anatomia, a histologia e as funções das tubas uterinas e do útero.

18.9 Descrever a anatomia e as funções da vagina e da genitália externa feminina.

18.10 Discutir a estrutura e a função das glândulas mamárias.

18.11 Resumir a regulação hormonal dos ciclos ovariano e uterino.

18.12 **MÓDULO CLÍNICO** Discorrer sobre os transtornos reprodutivos femininos relacionados com as mamas, o ovário e a cérvice.

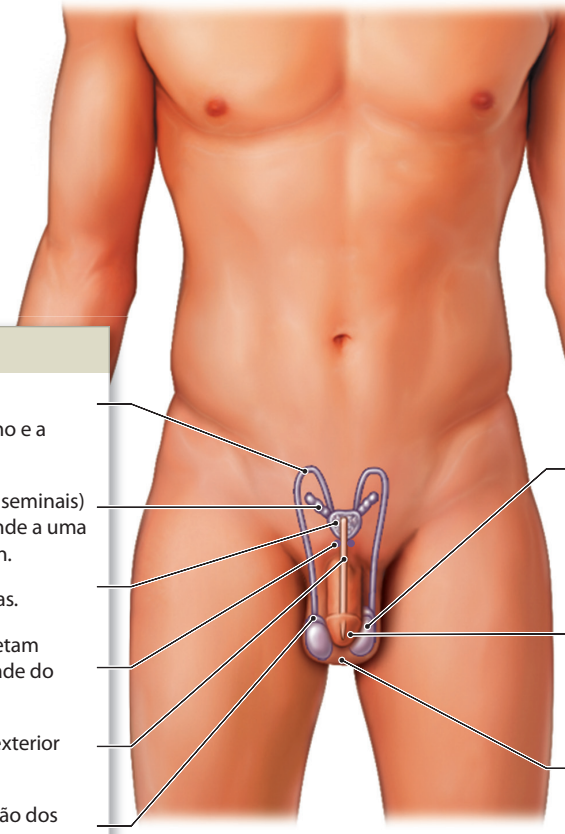
18.13 **MÓDULO CLÍNICO** Discutir várias estratégias de contracepção e seus riscos associados.

Sistema genital masculino

O sistema genital de ambos os sexos inclui os seguintes componentes básicos:

- **Gônadas**, ou órgãos reprodutores, que produzem gametas e hormônios.
- Glândulas acessórias e órgãos que secretam fluidos nos ductos do sistema genital ou em outros ductos excretórios.
- Estruturas perineais, conhecidas coletivamente como **genitália externa**.

1 Esta figura traz uma visão global dos componentes do sistema genital masculino. A gônada se chama **testículo** e produz gametas masculinos chamados **espermatozoides**. Os espermatozoides maduros percorrem o **trato genital masculino**. À medida que avançam, misturam-se às secreções das glândulas acessórias, formando um fluido conhecido como **sêmen**.



Órgãos acessórios

O **ducto deferente** conduz os espermatozoides entre o epidídimo e a próstata.

As **glândulas seminais** (vesículas seminais) secretam um fluido que corresponde a uma grande parte do volume do sêmen.

A **próstata** secreta fluido e enzimas.

As **glândulas bulbouretrais** secretam fluidos que lubrificam a extremidade do pênis.

A **uretra** conduz o sêmen para o exterior do corpo.

O **epidídimo** é o local de maturação dos espermatozoides.

Gônadas

Cada testículo produz espermatozoides e hormônios.

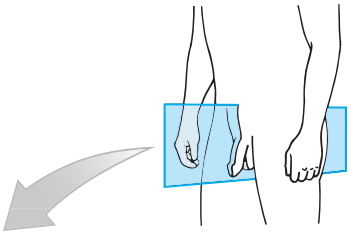
Genitália externa

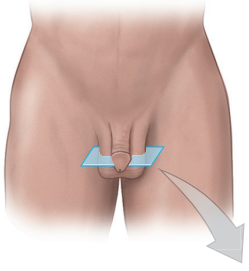
O **pênis** contém tecido erétil, deposita espermatozoides na vagina da mulher e produz sensações de prazer durante as atividades sexuais.

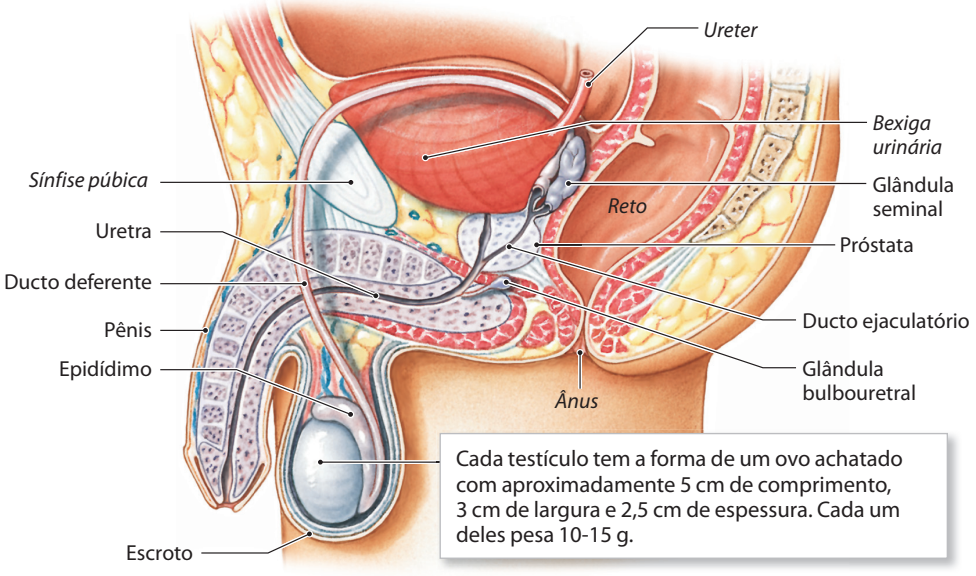
O **escroto** envolve os testículos.

Os túbulos seminíferos contorcidos dos testículos estão conectados ao sistema genital masculino

1 As principais estruturas do sistema genital masculino estão apresentadas neste corte sagital. A partir do testículo, antes de saírem do corpo os espermatozoides passam por dentro do **epidídimo**, pelo **ducto deferente** e depois pelo **ducto ejaculatório** e pela uretra. Os órgãos acessórios – **glândulas seminais**, **próstata** e **glândulas bulbouretrais** – secretam vários fluidos nos ductos ejaculatórios e na uretra. A genitália externa consiste no **escroto**, que envolve os testículos, e no **pênis**, um órgão erétil pelo qual passa a porção mais distal da uretra.

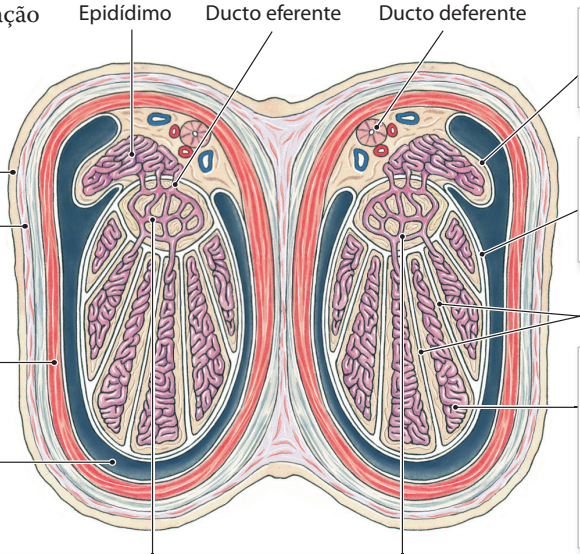






Cada testículo tem a forma de um ovo achatado com aproximadamente 5 cm de comprimento, 3 cm de largura e 2,5 cm de espessura. Cada um deles pesa 10-15 g.

2 Este corte horizontal através do escroto exibe a organização interna dos testículos.



Escroto

Pele

O **músculo dartos** é uma camada de músculo liso cujas contrações enrugam a pele do escroto.

O **músculo cremaster** contrai para aproximar os testículos do corpo.

Cavidade escrotal

Uma membrana serosa reveste a cavidade escrotal e diminui o atrito entre as superfícies opostas.

Uma cápsula fibrosa rígida cobre o testículo. Essa cápsula é contínua aos septos que subdividem o interior dos testículos em lóbulos.

Septos

Cada lóbulo contém um **túbulo seminífero** contorcido, com aproximadamente 80 cm de comprimento e em um testículo são quase 800 m de túbulos seminíferos. A produção dos espermatozoides ocorre dentro desses túbulos.

Cada túbulo seminífero está conectado a um labirinto tubular, conhecido como **rede do testículo**. De 15 a 20 grandes **ductos eferentes** conectam a rede do testículo ao epidídimo.

3 As **espermatogônias** são as células-tronco nos túbulos seminíferos que se dividem e produzem espermatozoides em um processo chamado **espermatogênese**. Cada espermatogônia é diploide e contém 23 pares de cromossomos. Por uma questão de clareza, os eventos exibidos aqui seguem os destinos de três pares de cromossomos representativos sem identificar os cromossomos maternos ou paternos.

Espermatozoides maduros

Espermatogênese

Mitose da espermatogônia

Cada divisão mitótica de uma espermatogônia diploide produz duas células-filhas. Uma é a espermatogônia que permanece em contato com a membrana basal do túbulo e a outra se transforma em um **espermatócito primário** que é deslocado para o lúmen para começar a formação dos gametas haploides.

Fase I da meiose

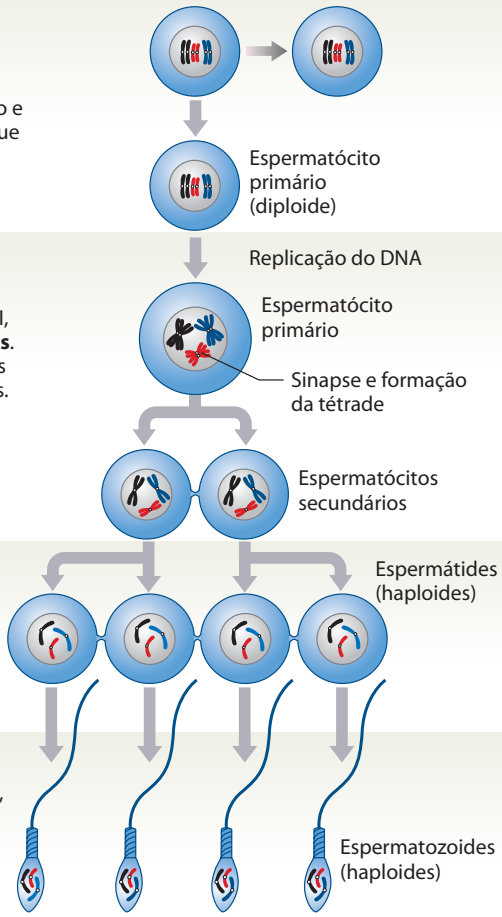
Com o início da meiose, cada espermatócito primário contém 46 cromossomos individuais. No final da meiose I, as células-filhas se chamam **espermatócitos secundários**. Cada espermatócito secundário contém 23 cromossomos e cada cromossomo é formado por um par de cromátides.

Fase II da meiose

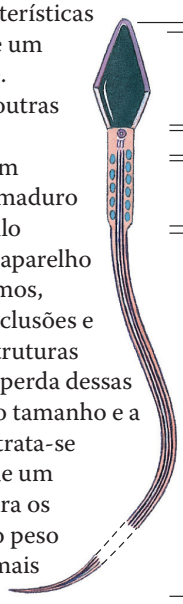
Os espermatócitos secundários logo entram na fase II da meiose, que produz quatro **espermátides** haploides, com cada uma contendo 23 cromossomos. São formadas quatro espermátides para cada espermatócito que entra em meiose.

Espermiogênese (maturação física)

Na espermiogênese, a última etapa da espermatogênese, cada espermátide amadurece em um único espermatozoide. São necessárias nove semanas para concluir a espermatogênese (quatro semanas) e a espermiogênese (cinco semanas).



4 Nesta imagem você pode ver as características especializadas de um **espermatozoide**. Ao contrário de outras células menos especializadas, um espermatozoide maduro não possui retículo endoplasmático, aparelho de Golgi, lisossomos, peroxissomos, inclusões e muitas outras estruturas intracelulares. A perda dessas organelas reduz o tamanho e a massa da célula; trata-se essencialmente de um transportador para os cromossomos e o peso extra o tornaria mais lento.



Estrutura do espermatozoide

O **acrossomo** é um compartimento membranoso que contém enzimas essenciais para a fertilização.

A **cabeça** é uma elipse achatada contendo um núcleo com cromossomos densamente condensados.

O **colo** contém os dois centríolos da espermátide original. Os microtúbulos do centríolo distal são contínuos com os da parte intermediária e da cauda.

A **parte intermediária** contém mitocôndrias organizadas em espiral em volta dos microtúbulos. As mitocôndrias fornecem o ATP necessário para movimentar a cauda.

A **cauda** é um **flagelo**, organela similar a um chicote que movimenta o espermatozoide.

A cauda de um espermatozoide é o único flagelo no corpo humano. Embora os cílios batam de um modo ondulado previsível, o flagelo de um espermatozoide tem um movimento serpenteante complexo. Um homem adulto normal produz mais de 100-200 milhões de espermatozoides por dia.

Revisão do Módulo 18.1

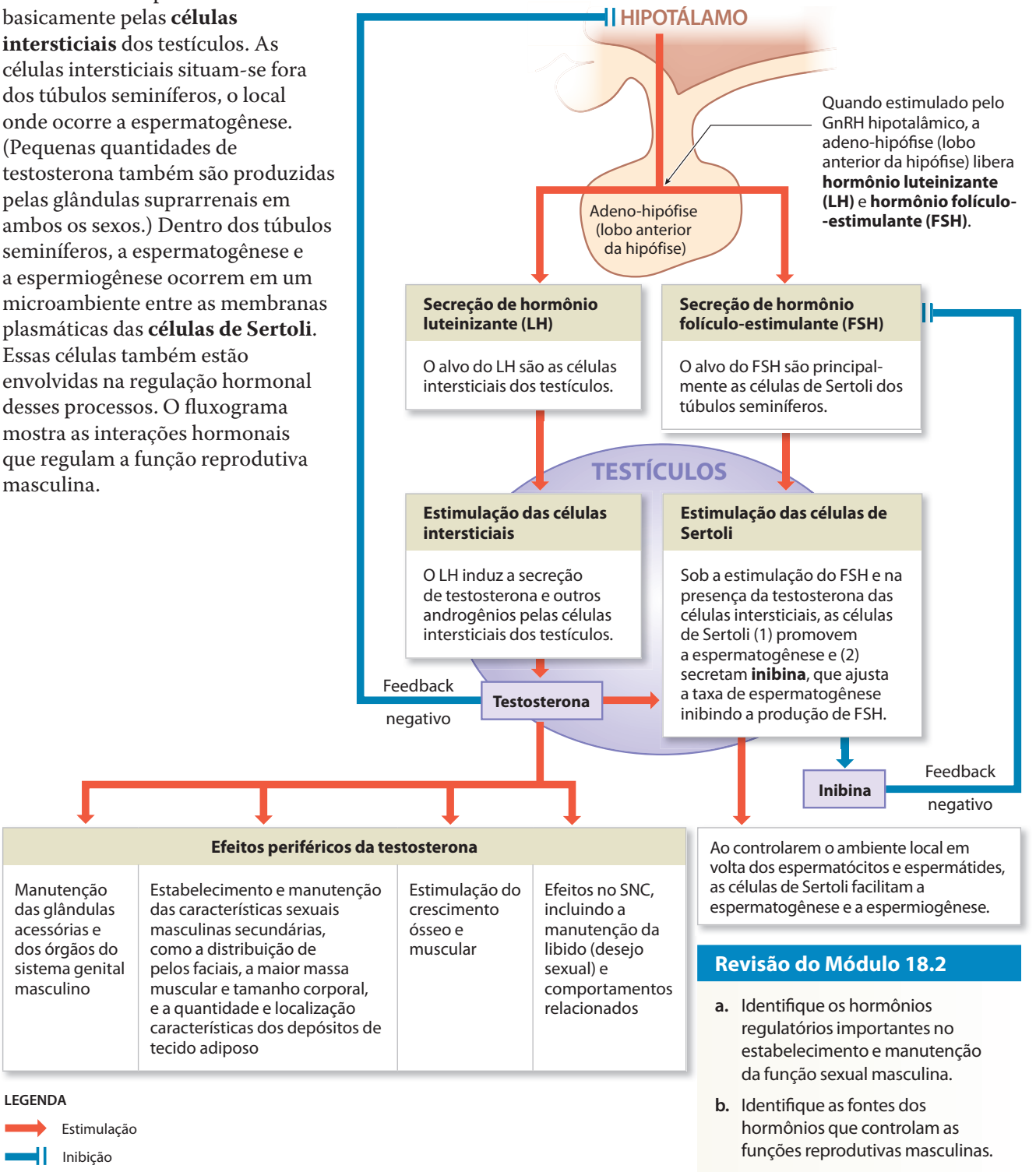
a. Cite os nomes dos órgãos reprodutores masculinos.

b. Defina espermatogênese e mencione seus eventos principais.

c. Descreva a morfologia funcional de um espermatozoide típico.

Os hormônios desempenham papel fundamental no estabelecimento e na manutenção da função sexual masculina

A testosterona é produzida basicamente pelas **células intersticiais** dos testículos. As células intersticiais situam-se fora dos túbulos seminíferos, o local onde ocorre a espermatogênese. (Pequenas quantidades de testosterona também são produzidas pelas glândulas suprarrenais em ambos os sexos.) Dentro dos túbulos seminíferos, a espermatogênese e a espermiogênese ocorrem em um microambiente entre as membranas plasmáticas das **células de Sertoli**. Essas células também estão envolvidas na regulação hormonal desses processos. O fluxograma mostra as interações hormonais que regulam a função reprodutiva masculina.



Revisão do Módulo 18.2

a. Identifique os hormônios regulatórios importantes no estabelecimento e manutenção da função sexual masculina.

b. Identifique as fontes dos hormônios que controlam as funções reprodutivas masculinas.

c. Que efeito os baixos níveis de FSH teriam na produção de espermatozoides?

O sistema genital masculino recebe secreções de glândulas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais

Os testículos produzem espermatozoides morfologicamente maduros; as outras porções do sistema genital masculino são responsáveis pela maturação funcional, nutrição, armazenamento e transporte dos espermatozoides. Os espermatozoides que saem dos testículos estão morfologicamente maduros, porém imóveis e incapazes de fertilizar um ovócito. Para adquirirem motilidade (nadarem eficazmente) e se tornarem plenamente funcionais, os espermatozoides são submetidos a um processo chamado **capacitação**. Normalmente, a capacitação ocorre em duas etapas: (1) os espermatozoides adquirem motilidade quando se misturam com secreções das glândulas seminais e (2) se tornam capazes de fertilizar com êxito quando expostos às condições no sistema genital feminino.

1 Este diagrama é uma visão posterior que exibe a bexiga urinária, a próstata e outras estruturas do sistema genital masculino.

Cada **ducto deferente** sobe através do canal inguinal, entra na cavidade abdominal posteriormente até chegar à próstata. Além de transportar espermatozoides, o ducto deferente pode armazená-los por vários meses. Durante esse período, os espermatozoides permanecem em um estado temporário conhecido como animação suspensa e têm baixas taxas metabólicas.

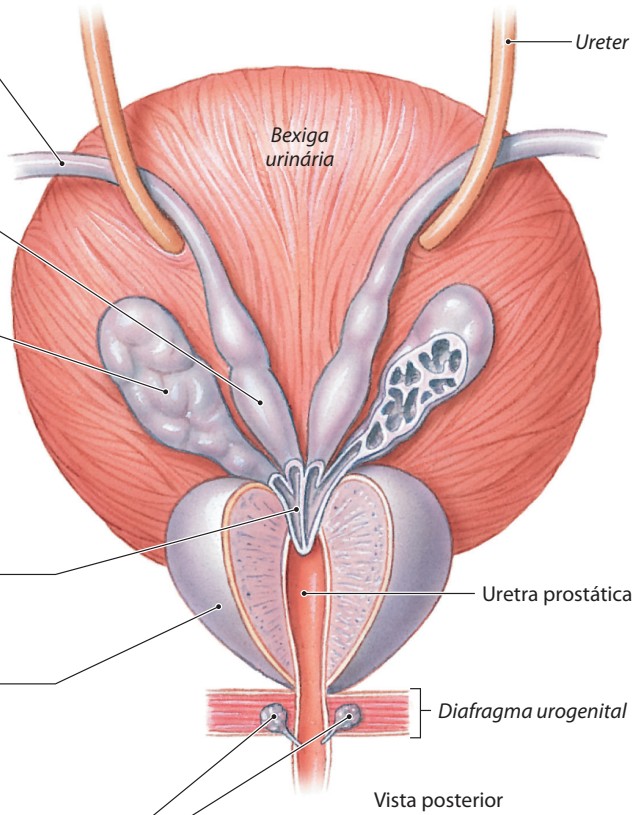
A **ampola** é a porção distal expandida do ducto deferente que se une ao ducto das glândulas seminais.

As **glândulas seminais**, também chamadas vesículas seminais, estão em ambos os lados da linha média entre a parede posterior da bexiga urinária e o reto. As glândulas seminais contribuem com cerca de 60% do volume do **sêmen**. Quando misturados com as secreções das glândulas seminais, os espermatozoides antes inativos, porém funcionais, passam pela primeira etapa da capacitação e começam a bater seus flagelos.

O **ducto ejaculatório** transporta o fluido da glândula seminal e da ampola para a uretra.

A **próstata** é um pequeno órgão muscular arredondado, com aproximadamente 4 cm de diâmetro. Circunda a porção proximal da uretra e o colo da bexiga urinária. A próstata produz 20%-30% do volume de sêmen. As secreções prostáticas podem ajudar a evitar infecções no trato urinário masculino. Essas secreções são ejetadas na uretra prostática por meio de contrações peristálticas da parede muscular da próstata.

O par de **glândulas bulbouretrais** está situado na base do pênis, coberto pela fáscia do diafragma urogenital. O ducto de cada glândula abre-se na uretra esponjosa. Essas glândulas secretam um muco alcalino espesso que ajuda a neutralizar quaisquer ácidos urinários que possam permanecer na uretra e também lubrifica a glande do pênis.



Revisão do Módulo 18.3

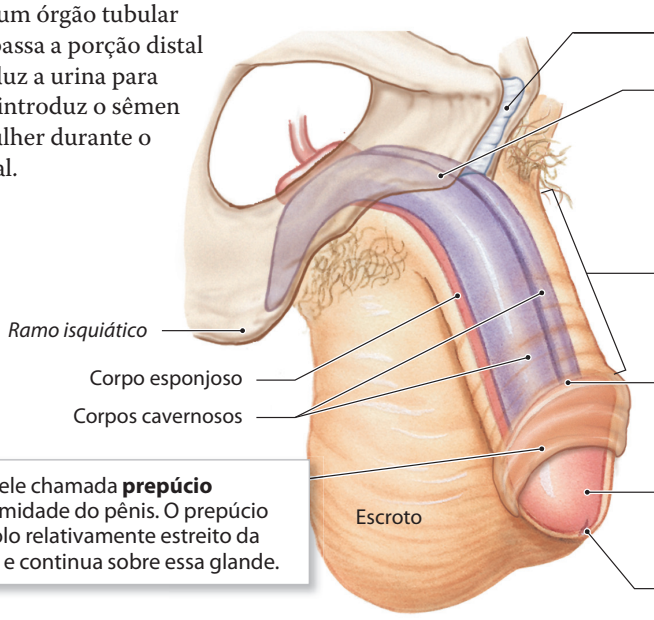
a. Descreva as duas etapas da capacitação.

b. Cite os componentes do sêmen.

c. Trace a via ductal entre o epidídimo e a uretra.

O pênis conduz o sêmen e a urina para fora do corpo

1 O **pênis** é um órgão tubular por onde passa a porção distal da uretra e conduz a urina para fora do corpo e introduz o sêmen na vagina da mulher durante o intercurso sexual.



A **raiz** do pênis é a porção fixa que conecta o pênis à parede corporal. Essa conexão ocorre na região do trígono urogenital imediatamente inferior à sínfise púbica.

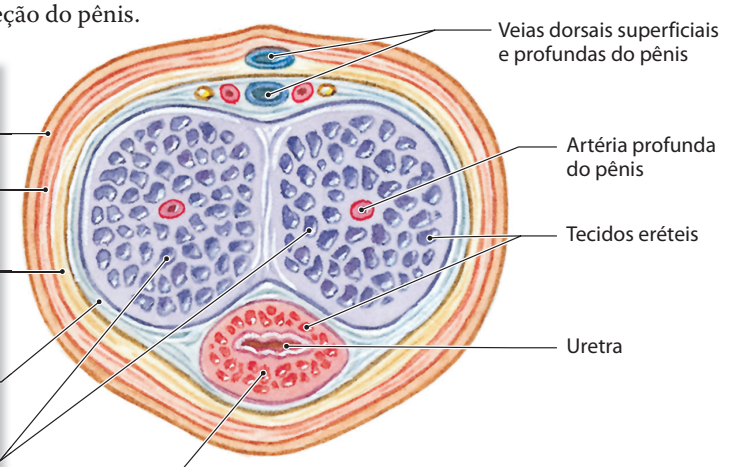
O **corpo**, ou diáfise, do pênis é a porção móvel e tubular do órgão.

O **colo** é a porção estreita do pênis situada entre o corpo e a glande.

A **glande** do pênis é a extremidade distal expandida que circunda o óstio externo da uretra.

Uma prega de pele chamada **prepúcio** circunda a extremidade do pênis. O prepúcio se conecta ao colo relativamente estreito da glande do pênis e continua sobre essa glande.

2 Este corte transversal mostra que a maior parte do corpo do pênis consiste em três colunas de **tecido erétil** vascular. O tecido erétil consiste em uma rede tridimensional com espaços vasculares separados, de maneira incompleta, por septos de tecido conjuntivo elástico e fibras musculares lisas. Em repouso, as artérias estão constritas e as porções musculares estão tensionadas. Essa combinação restringe o fluxo sanguíneo para o tecido erétil. Quando as fibras musculares lisas nos vasos sanguíneos arteriais dilatam em resposta à estimulação sexual, o fluxo sanguíneo aumenta, os espaços vasculares se inundam de sangue e ocorre a ereção do pênis.



Camadas teciduais do pênis
A pele sobrejacente ao pênis assemelha-se à do escroto.
A derme contém uma camada de músculo liso que é uma continuação do músculo dartos do escroto.
O tecido areolar subjacente permite que a pele se mova sem distorcer as estruturas mais profundas. O tecido areolar também contém artérias, veias e vasos linfáticos superficiais.
Abaixo do tecido areolar, uma densa rede de fibras elásticas circunda as estruturas internas do pênis.
A superfície anterior do pênis flácido cobre duas massas cilíndricas de tecido erétil: os **corpos cavernosos**. Os corpos cavernosos se estendem por todo o comprimento do pênis até o seu colo.
O **corpo esponjoso**, único e relativamente delgado, circunda a uretra. Esse corpo erétil se estende da fáscia superficial do diafragma urogenital até a extremidade do pênis, onde se expande e forma a glande.

Revisão do Módulo 18.4

a. Descreva a anatomia funcional do pênis.

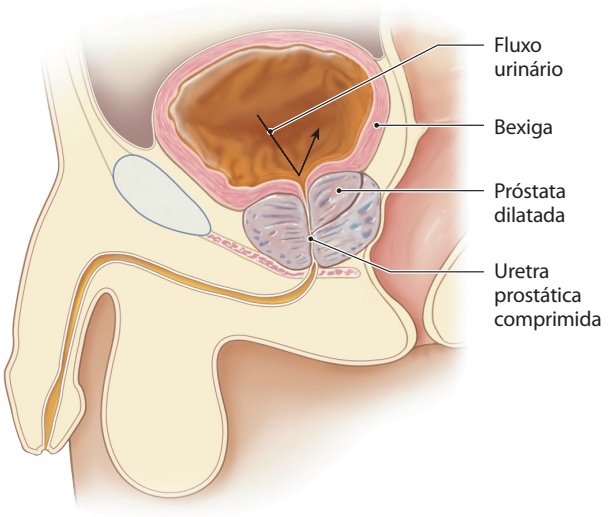
b. Cite os nomes das três colunas de tecido erétil no pênis.

c. Explique como ocorre a ereção.

As doenças da próstata e dos testículos são relativamente comuns

1 O aumento da próstata, ou **hipertrofia prostática benigna (BPH)**, ocorre geralmente de maneira espontânea em homens acima dos 50 anos de idade. O aumento no tamanho ocorre à medida que a produção de testosterona pelas células intersticiais diminui. Ao mesmo tempo, as células intersticiais começam a liberar pequenas quantidades de estrogênio na corrente sanguínea. A combinação de baixos níveis de testosterona e a presença do estrogênio provavelmente estimula o crescimento prostático. Nos casos graves, o intumescimento prostático constringe e bloqueia a uretra, produzindo obstrução urinária. O **câncer de próstata**, uma malignidade da próstata, é o segundo câncer mais comum e a segunda causa mais frequente de mortes por câncer nos homens.

Os exames de sangue são utilizados, com frequência, para fins de prevenção. O mais sensível deles é um exame de sangue para o **antígeno prostático específico (PSA)**. Os níveis elevados desse antígeno, que normalmente se encontra em baixas concentrações, pode indicar a presença do câncer de próstata. A triagem com exames de PSA periódicos hoje está sendo recomendada para os homens acima dos 50 anos de idade. O tratamento do câncer de próstata localizado costuma envolver a radioterapia ou a remoção cirúrgica da próstata – uma **prostatectomia**.



2 O **câncer testicular** ocorre com frequência relativamente baixa: cerca de três casos por 100.000 homens por ano. Embora apenas 7.900 novos casos, aproximadamente, sejam relatados anualmente nos Estados Unidos, com menos de 400 mortes, o câncer testicular é o câncer mais comum entre os homens de 15 a 35 anos de idade. Mais de 95% dos cânceres testiculares resultam de espermatogônias ou espermatócitos anormais, e não de células de Sertoli, células intersticiais ou outras células testiculares anormais. O tratamento consiste, geralmente, em uma combinação de orquiectomia (remoção dos testículos) e quimioterapia. A taxa de sobrevivência hoje é de aproximadamente 95%, sobretudo em consequência do diagnóstico precoce e da melhoria nos protocolos de tratamento.

Revisão do Módulo 18.5

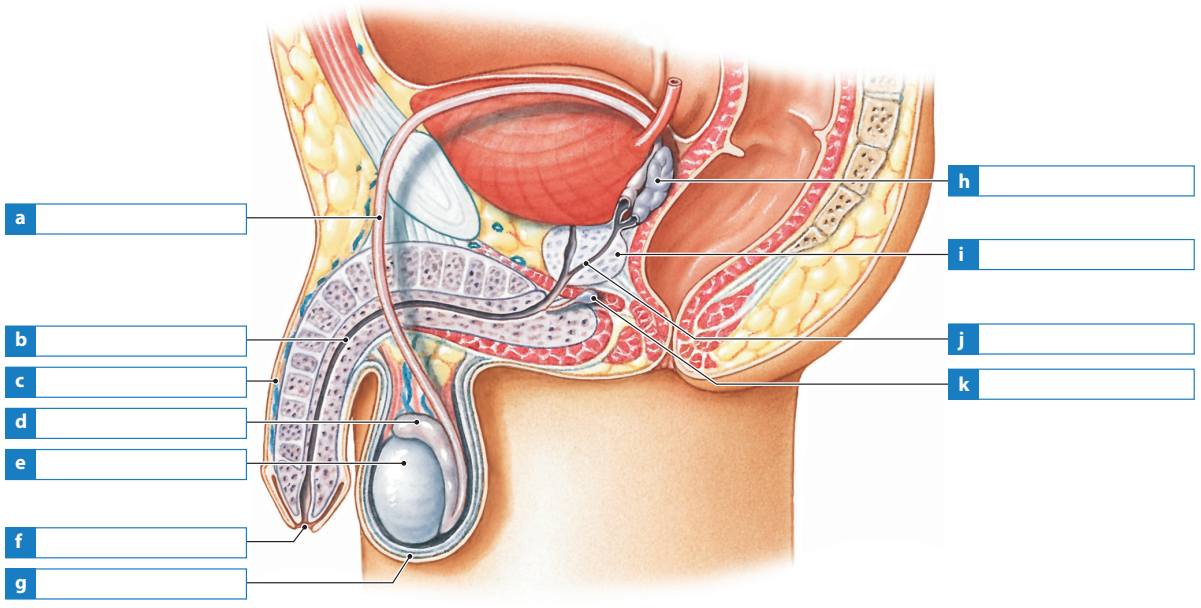
a. Defina hipertrofia prostática benigna.

b. Quais são os dois tratamentos possíveis para o câncer de próstata?

c. Qual é o câncer mais comum nos homens entre os 15 e os 35 anos de idade?

1. Criando legendas

Preencha as legendas das estruturas do sistema genital masculino no diagrama a seguir.



2. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

- Sêmen
- Prepúcio
- Capacitação
- Corpo esponjoso
- Hormônio luteinizante (LH)
- Flagelo
- Hormônio folículo-estimulante (FSH)
- Espermatogônias
- Túbulos seminíferos
- Músculo dartos
- Espermatogênese
- Células intersticiais
- Espermiogênese
- Pênis e escroto

a _____ Músculo liso do escroto

b _____ Células-tronco da gametogênese masculina

c _____ Locais de produção de espermatozoides

d _____ Produz testosterona

e _____ Maturação morfológica das espermátides

f _____ Produção de espermatozoides

g _____ Genitália externa

h _____ Cauda do espermatozoide

i _____ Processo que habilita os espermatozoides a se tornarem plenamente funcionais

j _____ Espermatozoides e secreções das glândulas seminais, próstata e bulbouretrais

k _____ Prega de pele circundando a extremidade do pênis

l _____ Tecido erétil que circunda a uretra

m _____ Induz a secreção de testosterona

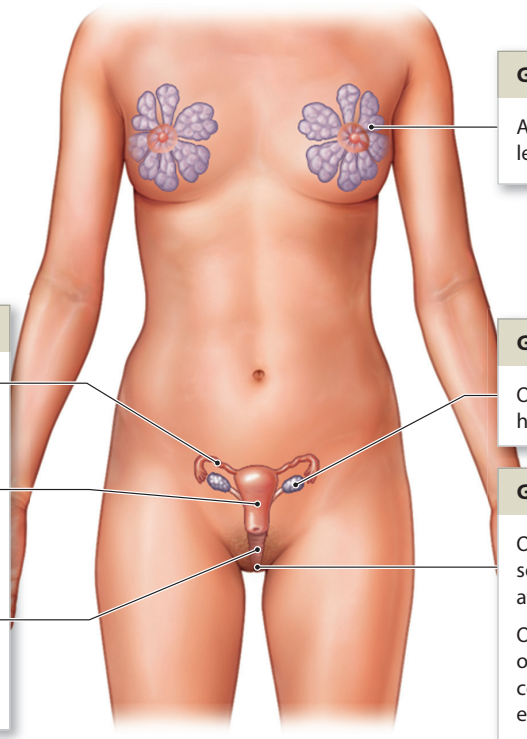
n _____ Hormônio cujo alvo é a célula de Sertoli

3. Integração de seções

Nos homens, o transtorno endócrino, chamado hipogonadismo, deve-se principalmente à hipoprodução de testosterona ou à falta de sensibilidade dos tecidos à testosterona, resultando na esterilidade. Quais são as cinco funções primárias da testosterona nos homens?

Sistema genital feminino

O sistema genital da mulher produz hormônios sexuais e gametas funcionais, também tendo que ser capaz de proteger e dar suporte ao embrião em desenvolvimento, manter o feto em crescimento e nutrir o bebê recém-nascido. Os órgãos principais do sistema genital feminino são ovários, tubas uterinas, útero, vagina e componentes da genitália externa. O sistema genital feminino também inclui órgãos acessórios – glândulas mamárias – e uma série de glândulas acessórias menores que secretam seus produtos no sistema genital feminino.



Glândulas mamárias

As **glândulas mamárias** produzem o leite que alimenta o bebê recém-nascido.

Trato genital feminino

Pelas **tubas uterinas** passa o ovócito ou o embrião em direção ao útero e são os locais normais de fertilização.

O **útero** é o local de desenvolvimento embrionário e fetal, onde ocorrem as relações entre as correntes sanguíneas materna e embrionária/fetal.

A **vagina** é o local de deposição do esperma e age como canal de nascimento durante o parto e como uma passagem para os fluidos durante a menstruação.

Gônadas

Os **ovários** produzem ovócitos e hormônios.

Genitália externa

O **clitóris** contém tecido erétil e produz sensações de prazer durante as atividades sexuais.

Os **lábios maiores e menores** protegem outras estruturas reprodutivas externas e contêm glândulas que lubrificam a entrada da vagina.

A figura traz uma visão global dos componentes do sistema genital feminino. As gônadas das mulheres, chamadas ovários, produzem gametas femininos imaturos, chamados **ovócitos**, células que dão origem ao **óvulo**. Os ovócitos saem do ovário e depois percorrem o **trato genital feminino**. Se ocorrer fertilização, será nas tubas uterinas e o desenvolvimento embrionário posterior acontecerá dentro do útero.

Os ovários e o trato genital feminino localizam-se em área próxima, mas não estão diretamente conectados

1 O corte sagital através da cavidade pélvica mostra a localização dos órgãos genitais femininos.

O par de **ovários** consiste em órgãos pequenos, rugosos e em forma de amêndoa, próximos às paredes laterais da cavidade pélvica. Os ovários têm três funções principais: (1) produção de gametas femininos imaturos, ou **ovócitos**; (2) secreção de hormônios sexuais femininos, incluindo o **estrogênio** e a **progesterona**; e (3) secreção da **inibina**, envolvida no controle de feedback da produção hipofisária do FSH.

Cada **tuba uterina** começa com um funil ampliado, chamado **infundíbulo**, que se abre na cavidade pélvica ao longo da superfície medial do ovário. A outra extremidade da tuba uterina se abre na cavidade uterina.

O **útero** situa-se inferiormente ao ovário, em geral inclinado para frente, sobre a bexiga urinária.

Infundíbulo

A bolsa formada entre a parede posterior do útero e a superfície anterior do colo é a **bolsa retrouterina**.

Cólon sigmoide

Cérvice ou colo do útero

Bexiga urinária

Sínfise púbica

Uretra

Reto

A **vagina** se estende do introito vaginal, que se abre para o lado de fora do corpo, até o colo do útero.

As glândulas acessórias lubrificam a entrada da vagina e a genitália externa.

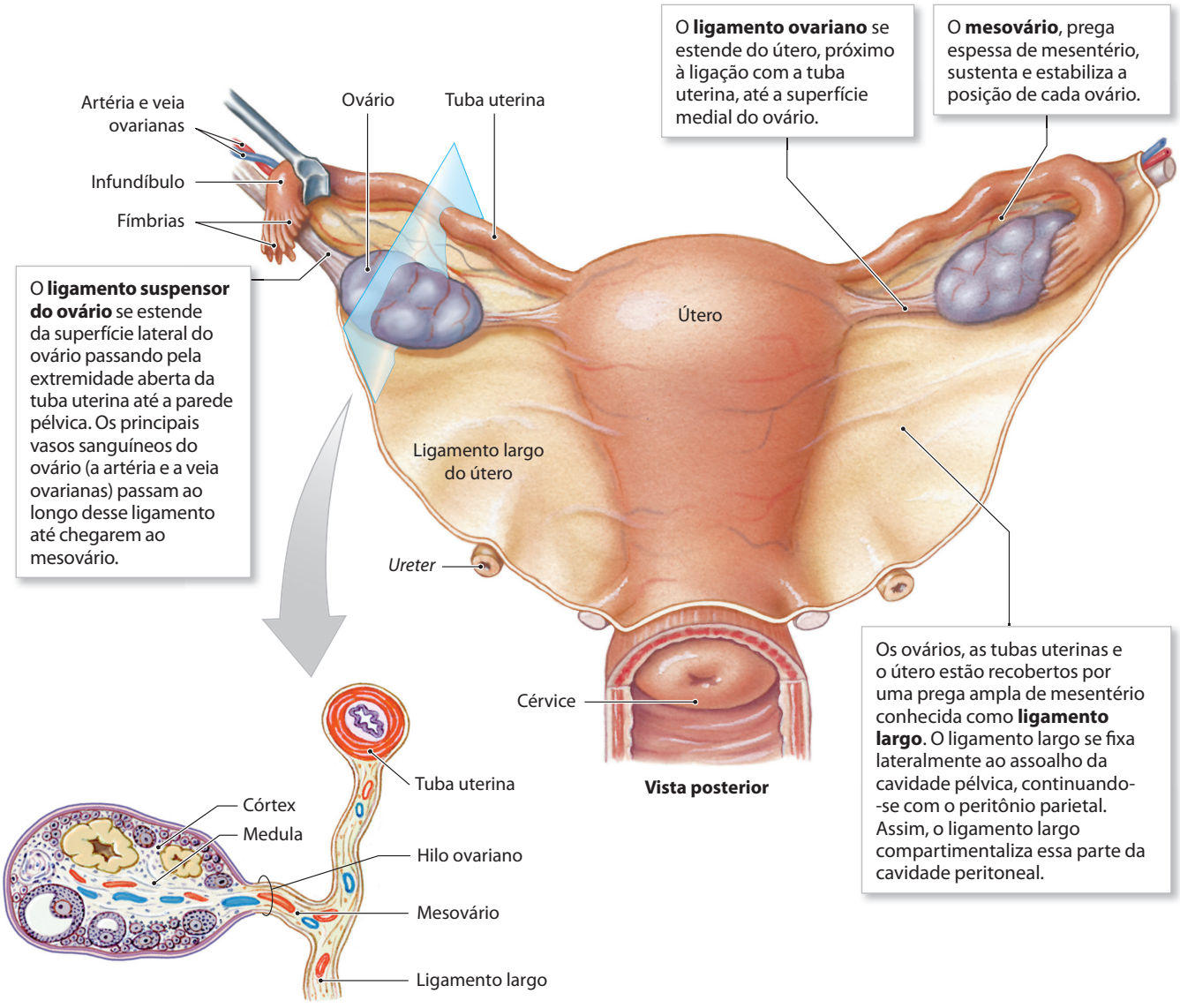
Ânus

Genitália externa

O **clitóris** contém tecido erétil; sua estimulação produz sensações de prazer durante as atividades sexuais.

Os **lábios maiores e menores** contêm glândulas que lubrificam a entrada da vagina.

2 A posição de cada ovário é estabilizada por várias pregas peritoneais espessas, chamadas *ligamentos*. Essa é uma vista posterossuperior, com a tuba uterina esquerda afastada do ovário para mostrar os ligamentos com mais clareza.



3 Este é um corte transversal feito através do mesovário e do ligamento largo. O ovário tem, aproximadamente, 5 cm de comprimento, 2,5 cm de largura e 8 mm de espessura, pesando 6-8 g. Os vasos sanguíneos entram e saem do ovário pelo hilo ovariano, onde o ovário se prende ao mesovário. O interior do ovário pode ser dividido em **córtex** superficial e **medula** mais profunda. Os gametas são produzidos no córtex.

Revisão do Módulo 18.6

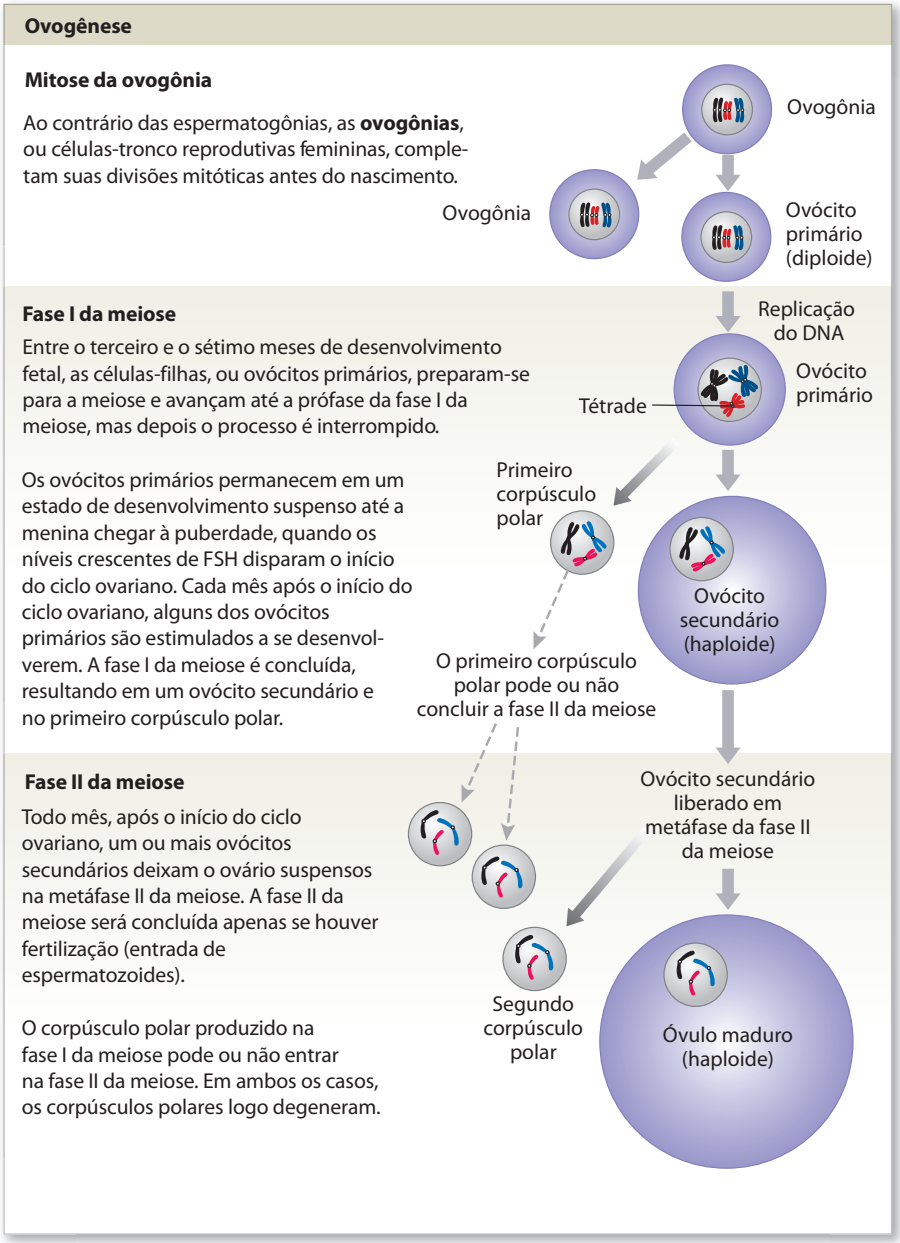
a. Cite os principais órgãos do sistema genital feminino.

b. Cite as estruturas recobertas pelo ligamento largo e cite a função do mesovário.

c. Quais são os papéis desempenhados pelos ovários?

A fase I da meiose nos ovários produz um único ovócito secundário haploide, que completa a fase II da meiose somente se ocorrer fertilização

A produção do óvulo, ou **ovogênese**, começa antes do nascimento da mulher, acelera na puberdade e termina na menopausa. Entre a puberdade e a menopausa, a ovogênese ocorre mensalmente como parte integrante do ciclo ovariano.

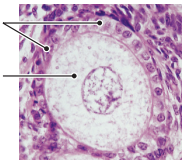


1 Embora os eventos nucleares que ocorrem nos ovários durante a meiose sejam os mesmos que ocorrem nos testículos, o citoplasma do **ovócito primário** é distribuído de forma desigual durante as duas divisões meióticas. A ovogênese produz um **óvulo** funcional, que contém a maior parte do citoplasma original, e dois ou três **corpúsculos polares**, que são células não funcionais que mais tarde degeneram. Outra diferença é que o ovário libera um **ovócito secundário** em vez de um óvulo maduro. O ovócito secundário fica suspenso na metáfase II da meiose; a meiose não será concluída, a menos que ocorra fertilização.

Nem todos os ovócitos primários produzidos durante o desenvolvimento sobrevivem até a puberdade. Os ovários possuem aproximadamente 2 milhões de **folículos primordiais** ao nascimento, cada um contendo um ovócito primário. Os folículos primordiais existem nos estágios iniciais do desenvolvimento. Na época da puberdade, o número já caiu para cerca de 400.000. O restante dos folículos primordiais degenera por um processo chamado **atresia**.

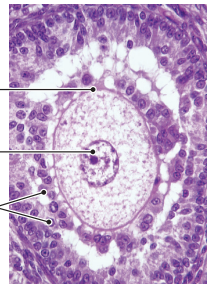
2 Os **folículos ovarianos** são estruturas especializadas situadas no córtex dos ovários onde os ovócitos crescem e a fase I da meiose ocorre. Com o avanço do ciclo ovariano, a estrutura do folículo muda gradualmente. Embora muitos folículos primordiais se desenvolvam em folículos primários, apenas alguns dos folículos primários amadurecem em cada ciclo ovariano. Os eventos importantes no **ciclo ovariano** estão resumidos aqui.

Formação dos folículos primários

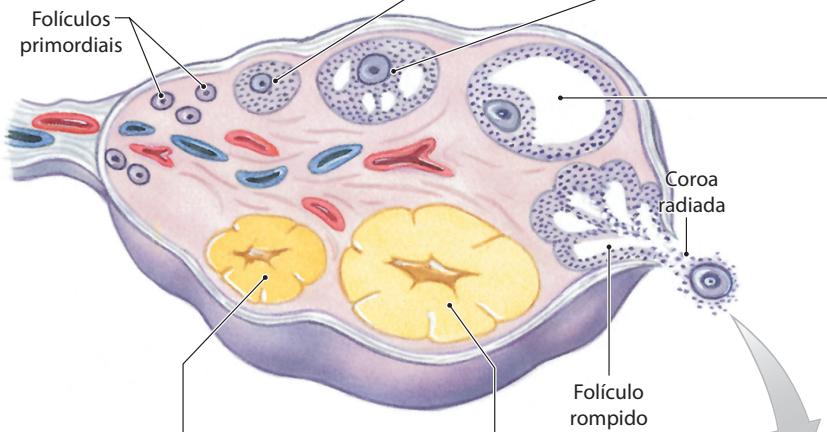


As células foliculares aumentam, dividem-se e formam várias camadas de células em volta de um ovócito primário. Desenvolve-se uma região clara em volta do ovócito, chamada **zona pelúcida** (transparente). À medida que as células aumentam e se multiplicam, produzem estrogênio.

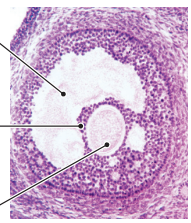
Formação dos folículos secundários



Os **folículos secundários** se desenvolvem à medida que a parede do folículo se espessa e as células foliculares mais profundas começam a secretar um fluido que se acumula em pequenas bolsas. Essas bolsas se expandem gradualmente e separam as camadas interna e externa do folículo.

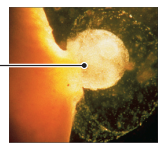


Formação do folículo antral ou terciário



Do 10º ao 14º dias do ciclo, normalmente apenas um folículo secundário se torna um **folículo terciário**, ou folículo maduro, com aproximadamente 15 mm de diâmetro. O ovócito se projeta para dentro do **antro**, ou câmara central expandida do folículo. As células granulosas associadas ao ovócito secundário formam uma camada protetora conhecida como **coroa radiada**.

Ovulação (ovocitação)



Na **ovulação**, o folículo terciário libera o ovócito secundário e a coroa radiada na cavidade pélvica. A ovulação marca o fim da **fase folicular** do ciclo ovariano e o início da **fase lútea**.

Formação do corpo lúteo

O folículo terciário rompido inicialmente colapsa e sob a estimulação do LH as células granulosas restantes proliferam e criam o **corpo lúteo**, que secreta progesterona e estrogênio. A progesterona prepara o útero para a gravidez estimulando a maturação do revestimento uterino e a secreção pelas glândulas uterinas.

Degeneração do corpo lúteo

Se a fertilização não ocorrer, após 12 dias os níveis de progesterona e estrogênio caem acentuadamente enquanto o corpo lúteo começa a degenerar. Os fibroblastos invadem o corpo lúteo não funcional, produzindo um nódulo de tecido cicatricial claro. A degeneração do corpo lúteo marca o fim do ciclo ovariano. Então, começa um novo ciclo ovariano.

Revisão do Módulo 18.7

a. Defina ovócito e os produtos resultantes de sua divisão celular.

b. Quais são as principais diferenças na produção de gametas entre homens e mulheres?

c. Mencione os eventos importantes do ciclo ovariano.

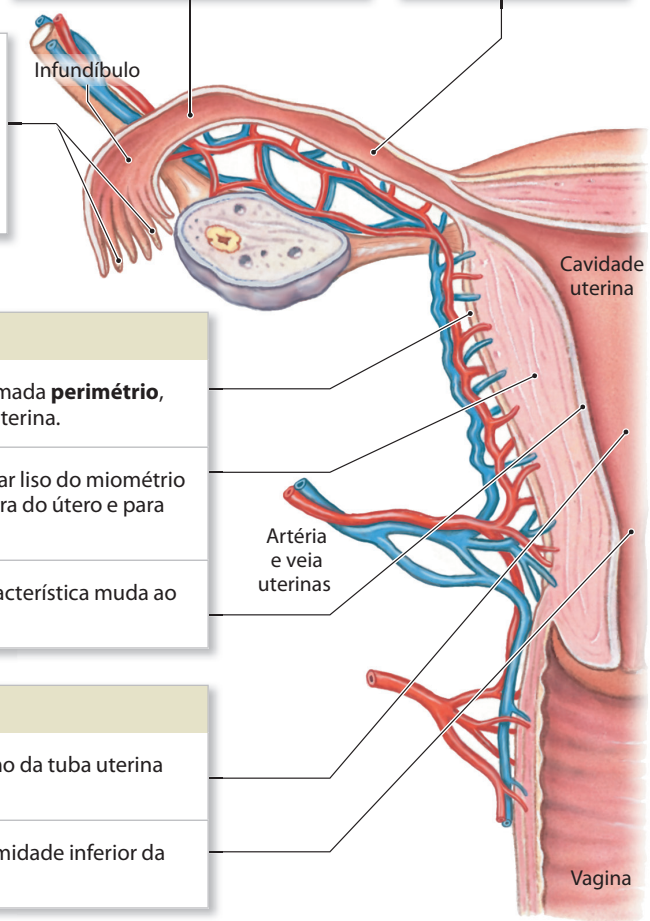
As tubas uterinas estão conectadas ao útero, um órgão oco com paredes musculares espessas

1 Cada **tuba uterina** é uma estrutura muscular oca medindo aproximadamente 13 cm de comprimento. A porção proximal de cada tuba uterina se conecta ao útero. A fertilização – penetração de um espermatozoide no ovócito secundário – ocorre na tuba uterina. O **útero** é um órgão muscular oco com cerca de 7,5 cm de comprimento e um diâmetro máximo de 5 cm. Pesa 30 g a 40 g. A ilustração em corte a seguir mostra a estrutura interna da tuba uterina e a conexão entre o lúmen da tuba uterina e a grande cavidade uterina.

A espessura das camadas musculares lisas na parede da **ampola**, segmento intermediário da tuba uterina, aumenta gradualmente à medida que a tuba se aproxima do útero.

A ampola continua com o **istmo** da tuba uterina, um segmento curto que atravessa a parede uterina.

O **infundíbulo** possui inúmeras projeções (cada projeção apresenta formato semelhante ao dos dedos da mão) que se projetam para dentro da cavidade pélvica. As projeções se chamam **fímbrias**. As fímbrias ficam sobre a superfície do ovário, mas não há conexão física entre as duas estruturas. As superfícies internas do infundíbulo são revestidas por cílios que batem na direção do lúmen da tuba uterina.



Camadas da parede uterina

A camada superficial externa do útero é uma serosa incompleta chamada **perimétrio**, que é contínua com o peritônio e cobre a maior parte da superfície uterina.

O perimétrio cobre o **miométrio** muscular espesso. O tecido muscular liso do miométrio fornece grande parte da força necessária para mover um feto para fora do útero e para dentro da vagina.

O revestimento interno consiste em **endométrio** glandular, cuja característica muda ao longo do ciclo uterino mensal.

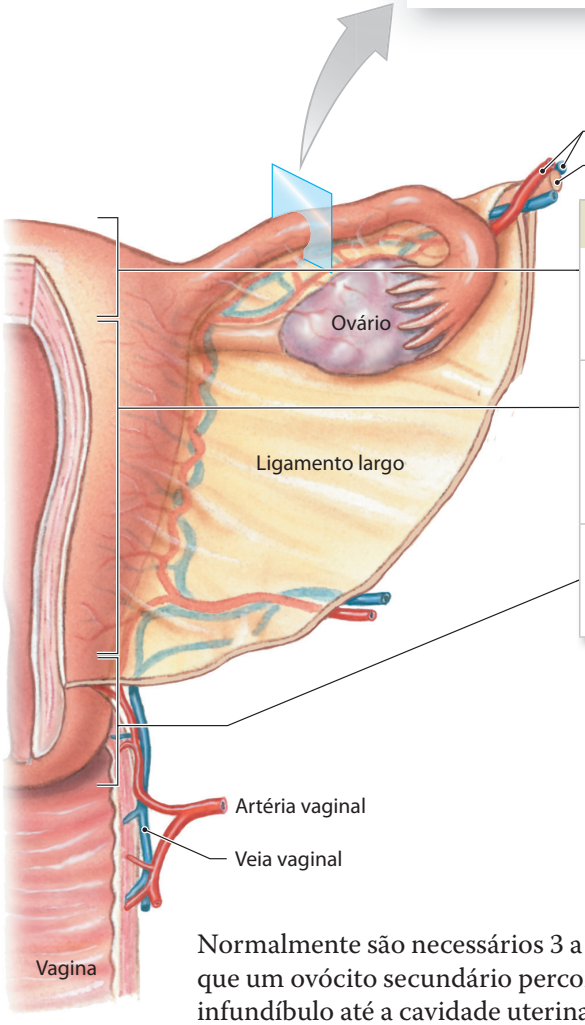
Lúmen uterino

A **cavidade uterina** é a grande câmara superior contínua com o istmo da tuba uterina em ambos os lados.

O **canal cervical** é uma passagem constrita que se estende da extremidade inferior da cavidade uterina, o colo até a abertura na vagina.

2 Essa fotomicroscopia de varredura colorizada mostra o epitélio ciliado da tuba uterina. Os cílios (coloridos em amarelo e verde) batem na direção da cavidade uterina, provocando correntes de fluido que ajudam a coletar e transportar o ovócito secundário após a ovulação. O transporte de ovócitos ao longo da tuba envolve uma combinação de movimento ciliar e contração peristáltica, estimulada pelos nervos autônomos.

Superfície epitelial MEV × 4.000



Partes do útero

O **fundo** é a parte arredondada do corpo do útero, superior à inserção das tubas uterinas.

O **corpo** do útero é a maior parte do útero. O corpo corresponde a aproximadamente dois terços do órgão quando não está em fase gestacional.

Cérvice ou colo é a porção inferior do útero que circunda o canal cervical e se projeta na vagina.

3 O útero pode ser dividido em três partes anatômicas, conforme indicado aqui. O útero, que é capaz de grandes mudanças de tamanho e forma, fornece proteção mecânica, suporte nutricional e remoção de resíduos para o **embrião** em desenvolvimento (1ª a 8ª semanas) e para o **feto** (9ª semana até o parto). Além disso, as contrações na parede muscular do útero são importantes para conduzir o feto durante o parto.

Normalmente são necessários 3 a 4 dias para que um ovócito secundário percorra o trajeto do infundíbulo até a cavidade uterina. Para que a fertilização ocorra, o ovócito secundário precisa encontrar espermatozoides durante as primeiras 12-24 horas de sua passagem pela tuba uterina. Após esse período, o ovócito começará a degenerar-se.

Revisão do Módulo 18.8

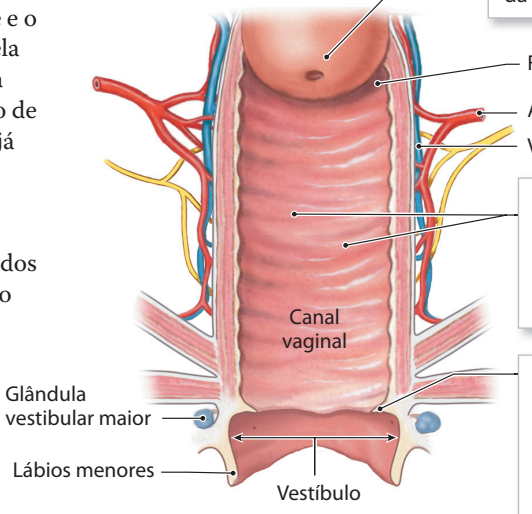
a. Cite as partes do útero.

b. Descreva as três camadas da parede uterina.

c. Como os ovócitos secundários recém-liberados chegam à tuba uterina?

O introito vaginal projeta-se na genitália externa

1 A **vagina** é um tubo muscular elástico situado entre a cérvice e o **vestíbulo**, um espaço delimitado pela genitália externa feminina. A vagina normalmente tem um comprimento de 7,5 a 9 cm, mas seu diâmetro varia, já que ela é altamente distensível. A passagem interna se chama **canal vaginal**. A vagina serve como uma passagem para a eliminação dos fluidos menstruais, recebe o pênis durante o intercurso sexual, abriga os espermatozoides antes de sua passagem para o útero, e forma a porção inferior do canal de nascimento, através do qual o feto passa durante o parto.



A cérvice se projeta para dentro da extremidade proximal da vagina. O recesso raso na vagina que circunda a extremidade da cérvice é conhecido como **fórnice**.

Fórnice

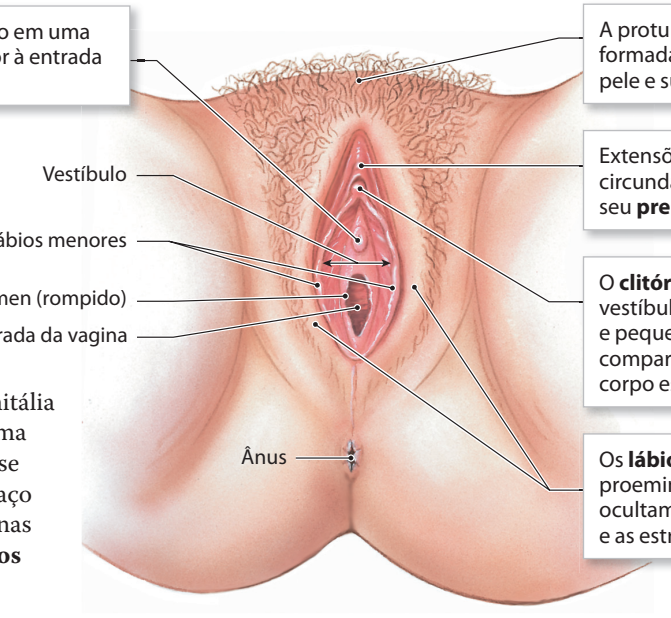
Artéria vaginal

Veia vaginal

No estado de relaxamento, o revestimento vaginal forma pregas chamadas **rugas**. O canal vaginal é revestido por um epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado.

Durante a infância, a vagina e o vestíbulo normalmente são separados pelo **hímen**, uma prega epitelial elástica de tamanho variável que bloqueia parcialmente a entrada para a vagina. Um hímen intacto costuma ser esticado ou rasgado durante o intercurso sexual ou pelo uso de um absorvente interno.

A uretra se abre para o vestíbulo em uma posição imediatamente anterior à entrada vaginal.



A protuberância do **monte púbico** é formada por tecido adiposo abaixo da pele e superficial à sínfise púbica.

Extensões dos lábios menores circundam o corpo do clitóris, formando seu **prepúcio** ou capuz.

O **clitóris** se projeta para dentro do vestíbulo. Essa projeção redonda e pequena contém tecido erétil comparável aos corpos cavernosos e ao corpo esponjoso do pênis.

Os **lábios maiores** são pregas proeminentes de pele que circundam e ocultam parcialmente os lábios menores e as estruturas adjacentes.

2 A área que contém a genitália externa feminina se chama **vulva** ou **pudendo.** A vagina se abre para o vestíbulo, um espaço central delimitado por pequenas pregas conhecidas como **lábios menores**. Uma quantidade variável de **glândulas vestibulares menores** descarrega suas secreções na superfície exposta do vestíbulo, mantendo-o úmido. Durante a excitação sexual, um par de ductos descarrega as secreções das **glândulas vestibulares maiores** no vestíbulo. Essas glândulas mucosas têm as mesmas origens embrionárias das glândulas bulbouretrais masculinas.

Revisão do Módulo 18.9

a. Mencione as funções da vagina.

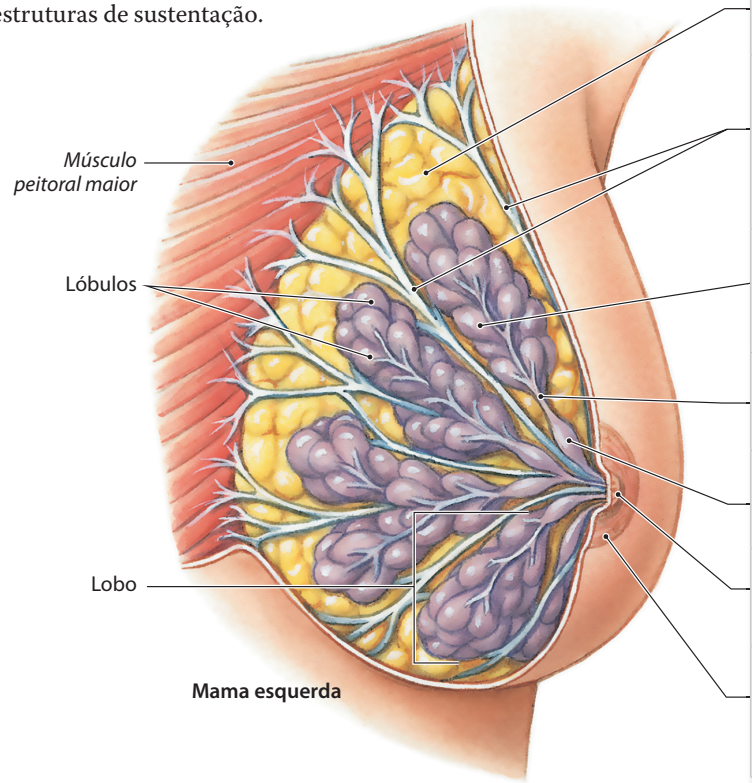
b. Descreva a anatomia da vagina.

c. Cite as semelhanças existentes entre algumas estruturas no sistema genital feminino e masculino.

As glândulas mamárias alimentam o bebê após o parto

Um bebê recém-nascido não consegue prover a si mesmo e vários de seus sistemas ainda precisam completar o seu desenvolvimento. Ao longo do período inicial de adaptação a uma existência independente, o bebê obtém a sua nutrição do leite secretado pelas **glândulas mamárias** maternas. Esses órgãos são controlados principalmente pelos hormônios liberados pelo sistema genital, pela hipófise e pela placenta, uma estrutura temporária que nutre o embrião e o feto. A interação desses hormônios resulta na produção de leite, ou **lactação**.

1 A glândula mamária situa-se diretamente sobre o músculo peitoral maior. Esta figura mostra a organização interna do tecido mamário e suas estruturas de sustentação.



Mama esquerda

Estrutura da glândula mamária

Em cada lado, uma glândula mamária situa-se no tecido subcutâneo do **corpo adiposo peitoral**, abaixo da pele do tórax.

Tecido conjuntivo denso circunda o sistema de ductos e forma septos que se estendem dos lobos aos lóbulos. Essas faixas de tecido conjuntivo formam os **ligamentos suspensores da mama**, originados na derme da pele sobrejacente.

O tecido glandular da mama consiste em **lobos** separados, cada um contendo vários **lóbulos**. Cada lóbulo é composto de muitos **alvéolos secretores**.

Os ductos que saem dos lóbulos convergem, originando um único **ducto lactífero** em cada lobo.

Perto do mamilo, cada ducto lactífero aumenta, formando uma câmara dilatada chamada **seio lactífero**.

Cada mama possui um **mamilo**, uma pequena projeção cônica em que 15-20 seios lactíferos se abrem na superfície do corpo.

A pele castanho-avermelhada em volta de cada mamilo é a **aréola**. Grandes glândulas sebáceas abaixo da superfície areolar lhe conferem uma textura granulosa.

Revisão do Módulo 18.10

a. Defina lactação.

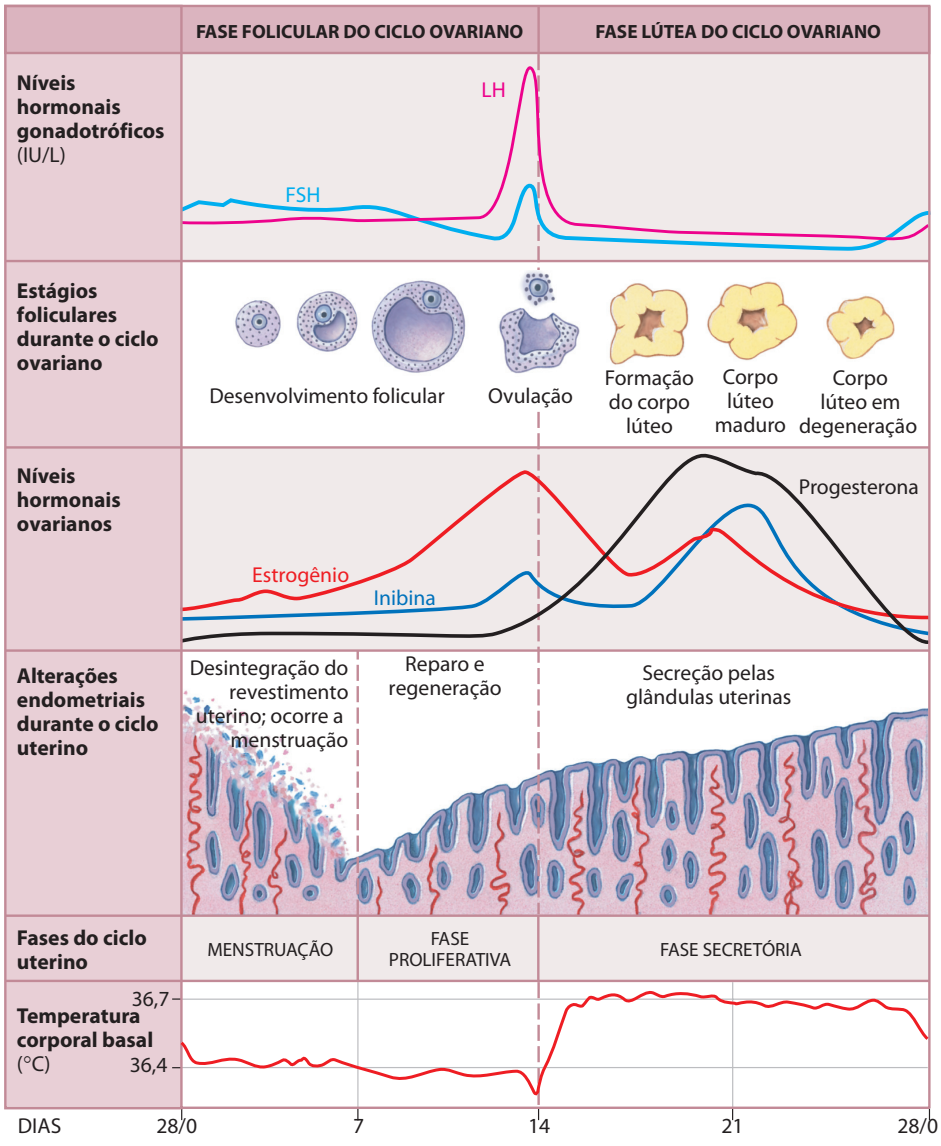
b. Explique se o bloqueio de um único seio lactífero iria ou não interferir no fornecimento de leite para o mamilo.

c. Trace o caminho do leite, desde o seu local de produção até o exterior do corpo feminino.

Os ciclos ovariano e uterino são regulados por hormônios hipotalâmicos, hipofisários e ovarianos

A mudança cíclica nos níveis hormonais gonadotróficos controla o ciclo ovariano. Os ciclos ovariano e uterino precisam funcionar em sincronia para assegurar a função reprodutiva adequada. Por exemplo, o pico nos níveis do LH desencadeia a ruptura da parede do folículo e a ovulação. Isso ocorre após o reparo e a regeneração do revestimento endometrial. Se os dois ciclos não estiverem coordenados convenientemente, o resultado é a infertilidade. Uma mulher que não ovula não consegue conceber, mesmo se o seu útero for perfeitamente normal. Uma mulher que ovula normalmente, mas cujo útero não está pronto para suportar o embrião, também será infértil.

O ciclo uterino, ou **ciclo menstrual**, começa na puberdade. O primeiro ciclo, conhecido como **menarca** (início do mês), ocorre, em geral, aos 11-12 anos de idade. O ciclo uterino tem, em média, 28 dias de duração, mas pode variar de 21 a 35 dias nas mulheres saudáveis em idade reprodutiva. Os ciclos continuam até a **menopausa**, o término do ciclo uterino, aos 45-55 anos de idade. Nesse meio tempo, o surgimento dos ciclos uterinos só é interrompido por circunstâncias como doença, estresse, inanição ou gravidez.



1 Esta ilustração pode ajudá-lo a compreender a fisiologia reprodutiva feminina pelo fato de integrar os eventos-chave dos ciclos ovariano e uterino. As flutuações hormonais mensais provocam mudanças fisiológicas que afetam a temperatura central do corpo. Durante a fase folicular – quando o estrogênio é o hormônio predominante – a **temperatura corporal basal**, ou a temperatura corporal em repouso medida ao acordar pela manhã, é aproximadamente 0,3°C menor que a temperatura durante a fase lútea, quando a progesterona predomina.

Revisão do Módulo 18.11

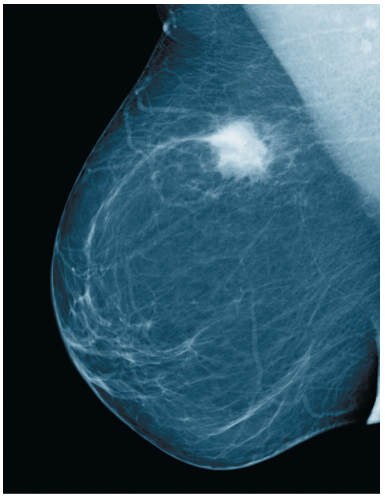
a. Qual evento ocorre no ciclo uterino quando os níveis de estrogênio e progesterona caem?

b. Quais mudanças se espera observar no ciclo ovariano se não ocorrer o pico de LH?

c. Resuma os papéis dos hormônios nos ciclos ovariano e uterino.

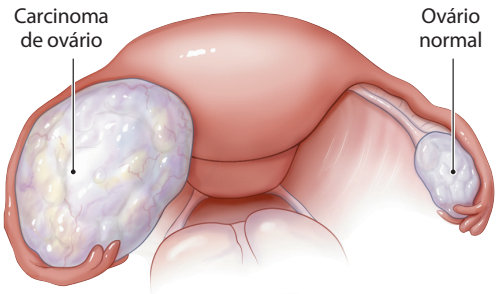
As doenças do sistema genital feminino são relativamente comuns e podem ser fatais

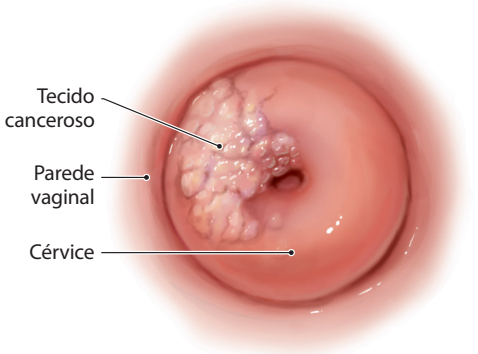
1 As glândulas mamárias são estimuladas pela mudança nos níveis dos hormônios reprodutivos circulantes que acompanham o ciclo uterino e, ao final, no ciclo ovariano, pode ocorrer desconforto ou até mesmo inflamação dos tecidos mamários. Se os lóbulos inflamados ficarem encapsulados por tecido cicatricial, ocorre a criação de **cistos**. Agrupamentos de cistos podem ser sentidos na mama como massas discretas, uma condição conhecida como **doença fibrocística**. Podem ser necessárias biópsias para distinguir entre essa condição benigna e o **câncer de mama**. O câncer de mama, tumor maligno e com potencial metastático, é a principal causa de morte nas mulheres entre os 35 e os 45 anos de idade, porém é mais comum nas mulheres acima dos 50 anos de idade. Os principais fatores de risco incluem história familiar de câncer de mama, primeira gravidez após os 30 anos de idade e a menarca precoce ou a menopausa tardia. O tratamento do câncer de mama começa pela remoção do tumor. Como em muitos casos as células cancerosas começam a se espalhar antes de a condição ser diagnosticada, parte ou toda a glândula mamária afetada é removida cirurgicamente e, normalmente, faz-se biópsia dos linfonodos axilares no lado afetado para detectar sinais de metástase. Uma combinação de quimioterapia, radioterapia e tratamentos hormonais pode ser utilizada como suplemento para os procedimentos cirúrgicos.



2 Embora o **câncer de ovário** seja o terceiro câncer dos órgãos reprodutores dentre os mais comuns entre as mulheres, é o mais perigoso, já que raramente é diagnosticado nos estágios iniciais. O prognóstico é relativamente bom para os cânceres que se originam nos tecidos ovarianos gerais ou a partir de ovócitos normais. Esses cânceres respondem bem a alguma combinação de quimioterapia, radioterapia e cirurgia. No entanto, 85% dos cânceres ovarianos são **carcinomas** (cânceres derivados das células epiteliais) e a remissão prolongada ocorre apenas em um terço dos casos desse tipo.

3 O **câncer cervical** ou do colo do útero é o mais comum no sistema genital das mulheres entre 15 e 34 anos de idade. Cada ano, cerca de 13.000 mulheres norte-americanas são diagnosticadas com câncer cervical invasivo e aproximadamente um terço delas acaba morrendo em decorrência dessa condição. Outras 35.000 mulheres são diagnosticadas com uma forma menos agressiva de câncer cervical. O Gardasil é uma vacina que ajuda a proteger contra certos tipos de **papilomavírus humano (HPV)**. O HPV causa em torno de 75% dos cânceres cervicais. A vacina do HPV é um acréscimo recente ao cronograma de imunização recomendado para as crianças. É administrada em três doses, começando aos 11 ou 12 anos de idade.





A atividade sexual acarreta o risco de infecção com uma série de microrganismos. As doenças sexualmente transmissíveis (DSTs) são transferidas de um indivíduo para o outro principalmente ou exclusivamente via intercurso sexual. Pelo menos uma dúzia de infecções bacterianas, virais e fúngicas são reconhecidas atualmente como DSTs. A bactéria *Chlamydia* pode causar doença inflamatória pélvica (DIP) e infertilidade; a AIDS, causada pelo HIV, é uma doença viral sem cura. A incidência das DSTs tem aumentado nos Estados Unidos desde 1984. Estima-se que 15-24 milhões de novos casos ocorram a cada ano e quase 50% desses casos envolvem pessoas entre 19 e 24 anos de idade. A pobreza, o uso de drogas intravenosas, a prostituição e o surgimento de patógenos resistentes aos fármacos contribuem para o problema.

Revisão do Módulo 18.12

a. Defina doença sexualmente transmitida.

b. Normalmente, qual é a célula que origina o câncer de ovário?

c. Qual patógeno está associado com a maioria dos casos de câncer de colo uterino?

Nota do RT: no Brasil, o Ministério da Saúde ampliou a faixa etária de vacinação contra o HPV. Em 2014, meninas dos 11 aos 13 anos receberão, pelo Sistema Único de Saúde (SUS), as duas primeiras doses necessárias para a imunização contra o vírus responsável pela maioria dos casos de câncer do colo do útero. A terceira dose deverá ser aplicada cinco anos após a primeira. A partir de 2015, a vacinação abrangerá também as pré-adolescentes dos 9 aos 11 anos.

As estratégias contraceptivas variam quanto à sua eficácia e à natureza dos riscos associados

Preservativo masculino

Os **preservativos masculinos** (camisinhas) cobrem a glande e o corpo do pênis durante a penetração e impedem que os espermatozoides cheguem ao trato genital feminino. De todas as estratégias descritas neste módulo, somente os preservativos de látex protegem contra as **doenças sexualmente transmissíveis** (**DSTs**), como sífilis, gonorreia, papilomavírus humano (HPV) e Aids.

Diafragma com espermicida

O **diafragma**, forma mais popular de preservativo vaginal em uso atualmente, consiste em uma cúpula de látex com um aro de metal protegendo a borda. Como as vaginas têm tamanhos variados, as mulheres que optam por esse método precisam de diafragmas individuais. Antes do intercurso, o diafragma é inserido de modo a cobrir a abertura do colo uterino. O diafragma deve ser revestido com uma pequena quantidade de espermicida em gel ou creme para ser um contraceptivo eficaz. A taxa de falhas de um diafragma adequadamente encaixado e utilizado é estimada em 5%-6%.

Contraceptivos orais combinados (estrogênio e progesterona)

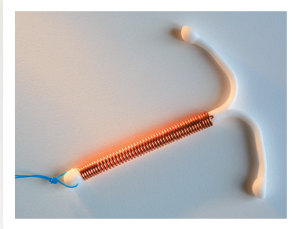
Hoje existem pelo menos vinte marcas de **contraceptivos orais** combinados e mais de 200 milhões de mulheres os utilizam no mundo inteiro. A taxa de falha dos contraceptivos orais combinados, quando utilizados conforme a prescrição, é de 0,24% ao longo de um período de dois anos. (A falha de um método contraceptivo é definida como gravidez.) As pílulas contraceptivas não são isentas de riscos: podem agravar os problemas associados a hipertensão grave, diabetes melito, epilepsia, doenças da vesícula biliar, problemas cardíacos e acne. As mulheres que tomam contraceptivos orais também correm maior risco de desenvolver trombose venosa, AVCs, embolia pulmonar e (nas mulheres acima dos 35 anos de idade) doença cardíaca. No entanto, a gravidez em si tem riscos similares ou maiores.

Contraceptivos utilizando apenas progesterona

Hoje existem formas de contraceptivos que utilizam apenas a progesterona: a pílula de progesterona e o Depo-Provera são exemplos. A **pílula de progesterona** deve ser tomada diariamente e deixar de tomar só uma pílula pode resultar em gravidez. O **Depo-Provera** é injetado a cada três meses. Os ciclos uterinos inicialmente são irregulares e acabam cessando em aproximadamente 50% das mulheres que utilizam esse produto. Os problemas mais comuns com esse método contraceptivo são tendência ao ganho de peso e retorno lento à fertilidade (até 18 meses) após a interrupção das injeções.

DIU (dispositivo intrauterino)

O **dispositivo intrauterino (DIU)** consiste em um material plástico com o formato de uma pequena alça ou de T, que é inserido na cavidade uterina. Seu mecanismo de ação é ainda controverso, mas sabe-se que os DIUs estimulam a produção de prostaglandina no útero e são eficazes durante anos após a inserção.



Método da tabelinha

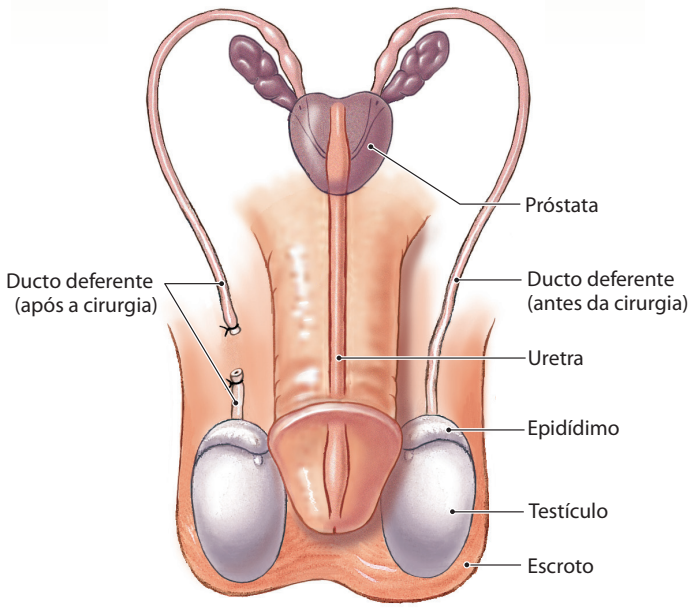
O "planejamento familiar natural", também chamado **método da tabelinha** ou do ritmo, envolve a abstinência sexual nos dias em que a ovulação poderia ocorrer. O momento oportuno é estimado com base nos padrões anteriores de menstruação; monitoramento das mudanças nas indicações da ovulação, incluindo a temperatura corporal basal e a textura do muco cervical; e, para algumas pessoas, exames de urina para detecção de LH. Em razão da irregularidade dos ciclos uterinos de muitas mulheres, esse método de contracepção tem taxa de falha estimada entre 13% e 20%.

Contraceptivos pós-coito (pílula do dia seguinte)

A **contracepção hormonal pós-coito**, ou "pílula do dia seguinte", envolve tomar uma combinação de pílulas contraceptivas de estrogênio/progesterona ou pílulas apenas de progesterona em duas doses altas, com 12 horas de intervalo dentro do período de 72 horas após a relação sexual desprotegida. Particularmente útil quando os métodos de barreira funcionam mal ou quando há um intercurso forçado, este método reduz as taxas de gravidez esperadas em até 89%. A versão apenas com progesterona é considerada segura para o uso sem prescrição, estando disponível para comercialização livre para as mulheres acima dos 18 anos de idade. (A compra desse contraceptivo por mulheres com menos de 18 anos se dá apenas sob prescrição médica.)

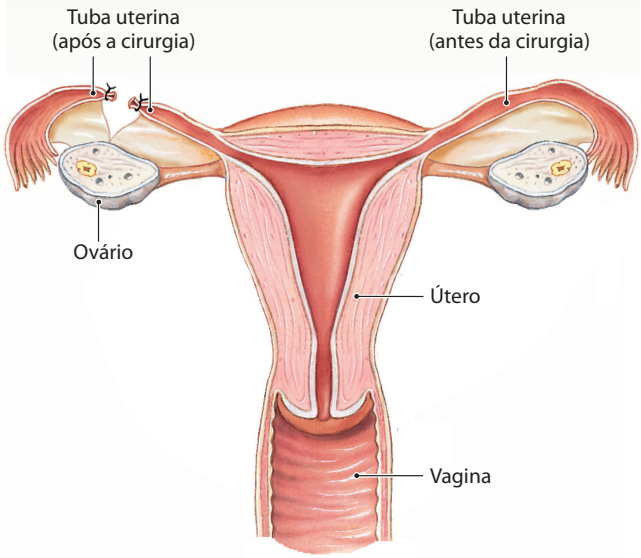
Esterilização cirúrgica masculina

Em uma **vasectomia**, cada ducto deferente é cortado e um segmento é removido (e as extremidades amarradas ou cauterizadas) ou tampões de silicone são inseridos (o que torna relativamente fácil reverter o procedimento). Após uma vasectomia, os espermatozoides não conseguem passar dos epidídimos para as porções distais do sistema genital. A cirurgia pode ser realizada no consultório do médico em questão de minutos. A taxa de insucesso (decorrente do fechamento/bloqueio incompleto de ambos os ductos deferentes) é de 0,3%. Após a vasectomia, os homens têm a função sexual normal, pois as secreções dos epidídimos e testículos contribuem com apenas 5% do volume do sêmen. Os espermatozoides continuam a se desenvolver, mas permanecem inativos e acabam degenerando.



Esterilização cirúrgica feminina

As tubas uterinas podem ser bloqueadas por um procedimento cirúrgico conhecido como **ligação tubária** ou laqueadura. A taxa de insucesso desse procedimento é estimada em 0,45%. Como a cirurgia requer o acesso para a cavidade abdominopélvica, na maioria das vezes via laparoscopia, é necessária a utilização de anestesia geral e as complicações são mais frequentes do que na vasectomia.



Revisão do Módulo 18.13

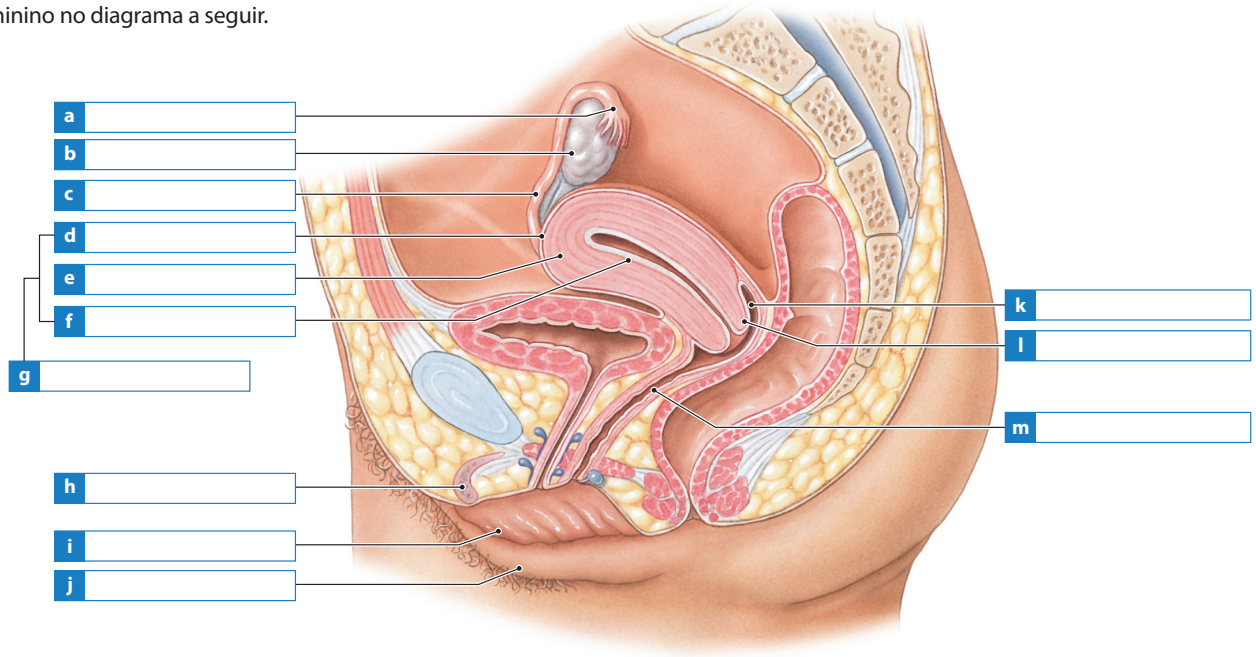
a. Defina vasectomia.

b. Quais métodos contraceptivos proporcionam alguma proteção contra as doenças sexualmente transmissíveis?

c. O uso de qual método contraceptivo costuma resultar na cessação do ciclo uterino?

1. Criando legendas

Coloque as legendas para as estruturas do sistema genital feminino no diagrama a seguir.



2. Atividade de associação

• Pico de LH	a	_____	Gametas femininos imaturos
• Bolsa retrouterina	b	_____	Começa a puberdade na mulher
• Ligação tubária	c	_____	Esterilização cirúrgica masculina
• Menarca	d	_____	Envolve ovários, tubas uterinas e útero
• Ovários	e	_____	Bolsa posterior ao útero
• Corpo lúteo	f	_____	Estrutura endócrina
• Vulva	g	_____	Dura em média 28 dias
• Cérvice	h	_____	Produção de leite
• Ligamento largo	i	_____	Produção de ovócito e hormônio
• Ovócitos	j	_____	Dispara a ovulação
• Fertilização	k	_____	Parte inferior do útero
• Vasectomia	l	_____	Esterilização cirúrgica feminina
• Lactação	m	_____	Evento que desencadeia a fase II da meiose em um ovócito secundário
• Ciclo menstrual	n	_____	Contém a genitália externa feminina

3. Integração de seções

Em uma condição conhecida como endometriose, acredita-se que as células endometriais migrem do corpo do útero para as tubas uterinas ou através dessas tubas para dentro da cavidade peritoneal, onde se estabelecem. Explique por que a dor periódica é o principal sintoma da endometriose.

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

SEÇÃO 1

Sistema genital masculino

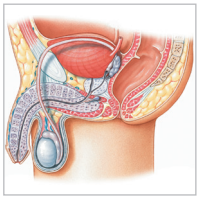
- gônadas
- genitália externa
- testículo
- espermatozoides
- trato genital masculino
- sêmen
- ○ órgãos acessórios
- ducto deferente
- glândulas seminais
- próstata
- glândulas bulbouretrais
- uretra
- epidídimo
- ○ genitália externa

- pênis
- escroto

18.1

Os túbulos seminíferos contorcidos dos testículos estão conectados ao sistema genital masculino

- epidídimo
- ducto deferente
- ducto ejaculatório
- glândulas seminais
- próstata
- glândulas bulbouretrais
- escroto
- pênis
- músculo dartos
- músculo cremaster
- túbulo seminífero
- rede do testículo
- ductos eferentes
- espermatogônias
- espermatogênese
- espermatócito primário
- espermatócitos secundários
- espermátides
- espermatozoide
- acrossomo
- cabeça
- colo
- parte intermediária
- cauda
- flagelo



18.2

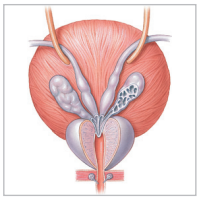
Os hormônios desempenham papel fundamental no estabelecimento e na manutenção da função sexual masculina

- células intersticiais
- células de Sertoli
- hormônio luteinizante (LH)
- hormônio folículo-estimulante (FSH)
- ○ testosterona
- inibina

18.3

O sistema genital masculino recebe secreções de glândulas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais

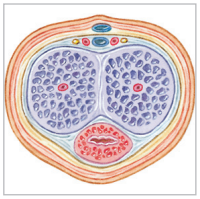
- capacitação
- ducto deferente
- ampola
- glândulas seminais
- sêmen
- ducto ejaculatório
- próstata
- glândulas bulbouretrais



18.4

O pênis conduz o sêmen e a urina para fora do corpo

- pênis
- raiz
- corpo
- colo
- glande
- prepúcio
- tecido erétil
- corpos cavernosos
- corpo esponjoso

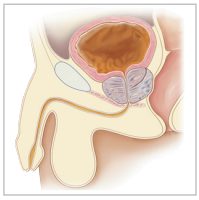


- = *Termos em negrito neste módulo.*

18.5

As doenças da próstata e dos testículos são relativamente comuns

- hipertrofia prostática benigna (BPH)
- câncer de próstata
- antígeno prostático específico (PSA)
- prostatectomia
- câncer testicular



SEÇÃO 2

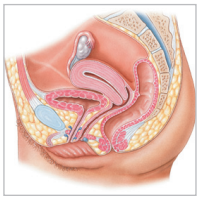
Sistema genital feminino

- tubas uterinas
- útero
- vagina
- glândulas mamárias
- ovários
- ○ genitália externa
- clitóris
- lábios maiores e menores
- ovócitos
- óvulos
- trato genital feminino

18.6

Os ovários e o trato genital feminino localizam-se em área próxima, mas não estão diretamente conectados

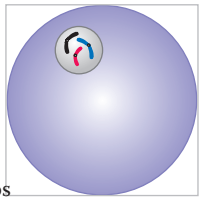
- ovários
- ovócitos
- estrogênio
- progesterona
- inibina
- tuba uterina
- infundíbulo
- útero
- clitóris
- lábios maiores e menores
- bolsa retrouterina
- vagina
- ligamento ovariano
- mesovário
- ligamento largo
- ligamento suspensor do ovário
- córtex (do ovário)
- medula (do ovário)



18.7

A fase I da meiose nos ovários produz um único ovócito secundário haploide, que completa a fase II da meiose somente se ocorrer fertilização

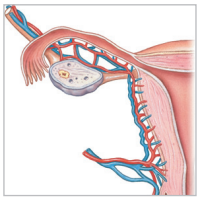
- ovogênese
- ovócito primário
- óvulo
- corpúsculos polares
- ovócito secundário
- ovogônias
- folículos primordiais
- atresia
- folículos ovarianos
- ciclo ovariano
- zona pelúcida
- folículos secundários
- folículo terciário
- antro
- coroa radiada
- ovulação
- fase folicular
- fase lútea
- corpo lúteo



18.8

As tubas uterinas estão conectadas ao útero, um órgão oco com paredes musculares espessas

- tuba uterina
- útero
- infundíbulo
- fímbrias
- ampola (da tuba uterina)
- istmo (da tuba uterina)
- perimétrio
- miométrio
- endométrio
- cavidade uterina
- canal cervical
- embrião
- feto
- fundo (do útero)



- corpo (do útero)
- cérvice ou colo (do útero)

18.9

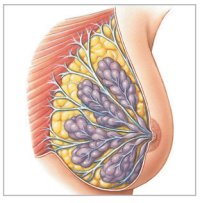
O introito vaginal projeta-se na genitália externa

- vagina
- vestíbulo
- canal vaginal
- fórnice
- rugas
- hímen
- vulva
- pudendo
- lábios menores
- glândulas vestibulares menores
- glândulas vestibulares maiores
- monte púbico
- prepúcio
- clitóris
- lábios maiores

18.10

As glândulas mamárias alimentam o bebê após o parto

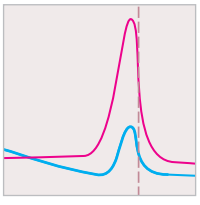
- glândulas mamárias
- lactação
- corpo adiposo peitoral
- ligamento suspensor da mama
- lobos
- lóbulos
- alvéolos secretores
- ducto lactífero
- seio lactífero
- mamilo
- aréola



18.11

Os ciclos ovariano e uterino são regulados por hormônios hipotalâmicos, hipofisários e ovarianos

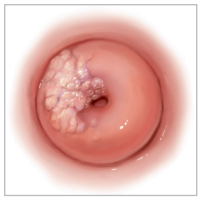
- ciclo menstrual
- menarca
- menopausa
- temperatura corporal basal



18.12

As doenças do sistema genital feminino são relativamente comuns e podem ser fatais

- cistos
- doença fibrocística
- câncer de mama
- câncer de ovário
- carcinomas
- câncer cervical
- papilomavírus humano (HPV)



18.13

As estratégias contraceptivas variam quanto à sua eficácia e à natureza dos riscos associados

- preservativos masculinos
- doenças sexualmente transmissíveis (DSTs)
- diafragma
- contraceptivos orais
- pílula de progesterona
- Depo-Provera
- dispositivo intrauterino (DIU)
- método da tabelinha
- contracepção hormonal pós-coito
- vasectomia
- ligação tubária

- = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Bacharel em saúde pública/coletiva

A PROFISSÃO

O bacharel em Saúde Pública – também conhecido como sanitarista – tem a capacidade de atuar na dimensão coletiva da saúde. Assim, no contexto de determinada comunidade, ele analisa e correlaciona as doenças humanas com vários fatores: ambientais, sociais, políticos, históricos, estatísticos, demográficos e epidemiológicos.

Sua principal competência é elaborar e coordenar ações que promovam uma vida mais saudável, como a gestão eficaz de sistemas e serviços de saúde, a vigilância alimentar e sanitária, a segurança no trabalho, o saneamento básico, programas de medicina preventiva, entre muitos outros.

Em outras palavras, você será um grande gestor, que interligará as ações de diversos profissionais (não apenas os da saúde) em prol da promoção da saúde de uma comunidade – que tanto pode ser a população de uma cidade quanto o quadro de funcionários de uma empresa.

Apesar de o trabalho ter uma forte carga humanística, esse profissional é, antes de tudo, um especialista em saúde. Para tanto, deve ter total conhecimento de como o corpo humano funciona e como cada estrutura reage aos fatores externos. Essas relações só são possíveis com um profundo estudo da fisiologia e da anatomia humanas, estudadas desde os primeiros semestres da graduação.

SAIBA MAIS

Faculdade de Saúde Pública da USP – www.fsp.usp.br

Curso de Saúde Coletiva da UFPE – www.ufpe.br/cav/index.php?option=com_content&view=article&id=355:graduacao-saude-coletiva&catid=6&Itemid=122

Curso de Saúde Coletiva da UFRGS – www.ufrgs.br/eenf/ensino/graduacao/saude-coletiva

Essa carreira é ideal para você? Você deve gostar de ouvir as pessoas, de discutir em detalhes o que cada um acha que pode melhorar em seu

contexto social. Por isso, é preciso ser um profissional metódico e ao mesmo tempo criativo. Afinal, os grupos com os quais você trabalhará poderão ser muito diferentes entre si.

Formação Apesar de as competências do sanitarista já serem desempenhadas há tempos por vários profissionais, como médicos e enfermeiros, só recentemente se passou a considerar que a gestão da saúde coletiva poderia se tornar uma carreira própria.

Por isso, os cursos ainda são oferecidos em poucas universidades – predominantemente públicas, como a Universidade de São Paulo (USP) e as federais de Pernambuco, do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul. Nestas últimas, o curso tem o nome de Saúde Coletiva. Algumas ainda não chegaram a formar suas primeiras turmas.

A grade curricular é tão multidisciplinar quanto a profissão e divide-se em ao menos quatro frentes. A primeira trata especificamente da saúde humana, por meio de disciplinas como Anatomia, Fisiologia, Patologia, Imunologia e Epidemiologia. A segunda é humanística, em temas que vão da teoria de gênero à Antropologia, passando por metodologia de pesquisa. A terceira debruça-se sobre as principais áreas de trabalho, como a saúde do trabalhador, vigilância em saúde e o tratamento de doenças crônicas. Por último, há as disciplinas gerenciais, que incluem a comunicação e introdução de processos executivos, economia e administração financeiras, gestão política, entre outras. Em todos os cursos, o estágio na área é obrigatório.

Ainda não há parâmetros curriculares para essa graduação, e as matrizes curriculares variam muito entre as universidades brasileiras. Convém consultar, no site das instituições, a grade e as ementas de cada disciplina antes de se inscrever nos exames de admissão.

Remuneração média Ainda não há órgãos de classe que congreguem exclusivamente os sanitaristas. Logo, não há um piso salarial definido. Entretanto, concursos públicos para cargos que compreendem as competências desse profissional, como o da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), realizado em 2013, ofereciam remuneração a partir de R$ 4.760,00.

Perspectivas profissionais Seu principal destino será o setor público, em órgãos das três esferas de governo (federal, estadual e municipal). Não faltam funções nessa área: formulação de campanhas, como as de vacinação e de combate à dengue, pesquisa da incidência de doenças em comunidades e coordenação de equipes de agentes de saúde. Outra frente é a vigilância sanitária, aferindo as condições de ambientes como indústrias, hospitais e restaurantes.

No setor privado, há mercado na área de saúde e segurança do trabalho, dentro de grandes empresas. Organizações de saúde complementar, como companhias de seguro e administradoras de hospitais, podem dispor de seu conhecimento para pôr em prática estratégias de atendimento e expansão de serviços.

Fontes consultadas:

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Site: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Grade curricular do curso de Saúde Pública da USP. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=6&codcur=6020&codhab=3&tipo=N>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Página do curso de Saúde Coletiva da UFRGS. Disponível em: <www.ufrgs.br/eenf/ensino/graduacao/saude-coletiva>. Acesso em: 19 mar. 2014.

Capítulo 18 – Questões de revisão

1. O que a amenorreia (ausência de ciclos menstruais normais) nas atletas sugere a respeito da relação entre a gordura corporal e a menstruação?
2. De que modo a amenorreia induzida por exercício (ausência de ciclos menstruais normais) poderia ser vantajosa para a sobrevivência humana?
3. Quais são algumas consequências relacionadas à saúde provocadas pela deficiência de estrogênio?
4. Diane tem peritonite (uma inflamação do peritônio) que, segundo o seu médico, resultou de uma doença sexualmente transmissível. Por que essa condição poderia ocorrer mais facilmente nas mulheres do que nos homens?
5. Trace o caminho seguido por um espermatozoide desde o ducto ejaculatório masculino até o ovócito secundário.

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

19

Desenvolvimento e herança

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem correspondem aos módulos deste capítulo e indicam o que você deve ser capaz de realizar após estudá-lo.

SEÇÃO 1 • Visão global do desenvolvimento

19.1 Discutir clivagem, formação do blastocisto e implantação do blastocisto na parede uterina.

19.2 Descrever gastrulação e a formação e o destino das três camadas germinativas.

19.3 Identificar e descrever formação, localização e funções das membranas extraembrionárias.

19.4 Discutir a importância da placenta para o feto durante o desenvolvimento pré-natal e como um órgão endócrino.

19.5 Descrever a organogênese e o seu papel no desenvolvimento fetal.

19.6 Descrever a influência mútua entre os sistemas orgânicos maternos e o feto em desenvolvimento.

19.7 Apresentar e discutir os eventos que ocorrem durante o trabalho de parto e o parto.

19.8 Explicar o reflexo da descida do leite e descrever os cinco estágios de vida pós-natal.

19.9 Explicar o papel dos hormônios em homens e mulheres púberes.

SEÇÃO 2 • Genética e herança

19.10 Relacionar os princípios básicos da genética com a herança das características humanas.

19.11 **MÓDULO CLÍNICO** Identificar várias doenças cromossômicas e descrever três testes realizados durante a gravidez, destinados a detectar anomalias no desenvolvimento fetal.

Visão global do desenvolvimento

1 O **desenvolvimento** é uma modificação gradual das estruturas anatômicas e características fisiológicas que ocorre da fertilização até a maturidade. As alterações que ocorrem durante o desenvolvimento são verdadeiramente notáveis. Em apenas nove meses, todos os tecidos, órgãos e sistemas orgânicos que estudamos até agora tomam forma e começam a funcionar. O que começa com uma simples célula ligeiramente maior que o ponto no final desta frase se transforma em um indivíduo, cujo corpo contém trilhões de células organizadas em um conjunto complexo de estruturas altamente especializadas.

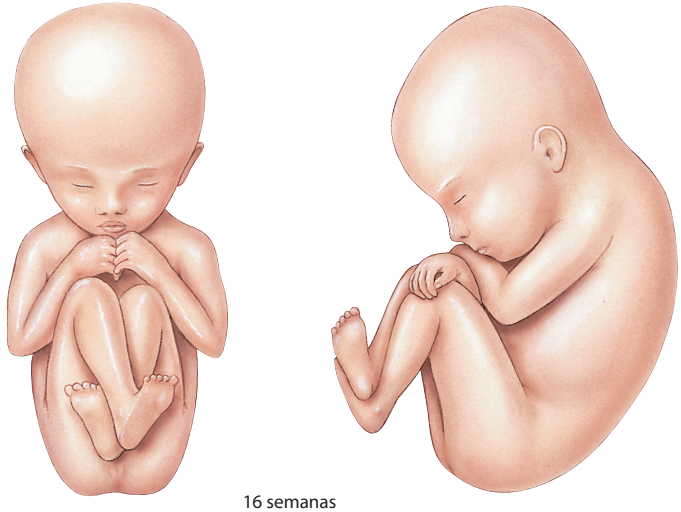
Desenvolvimento pré-natal

O **desenvolvimento embrionário** consiste nos eventos que ocorrem durante os dois primeiros meses após a **fertilização**, ou concepção, quando o óvulo e o espermatozoide se unem. O estudo desses eventos se chama **embriologia**.

4 semanas

8 semanas

O **desenvolvimento fetal** começa no início da nona semana e continua até o nascimento. O desenvolvimento embrionário e fetal às vezes é chamado coletivamente de **desenvolvimento pré-natal**, que é o foco principal deste capítulo.



16 semanas

2 O tempo decorrido no desenvolvimento pré-natal é conhecido como **gestação**. Por uma questão de conveniência, geralmente pensamos no período de gestação dividido em três trimestres integrados, cada um com três meses de duração.

Gestação

Primeiro trimestre
O **primeiro trimestre** é o período de desenvolvimento embrionário e fetal. Durante esse período, aparecem os rudimentos de todos os principais sistemas orgânicos.

Segundo trimestre
O **segundo trimestre** é dominado pelo desenvolvimento dos órgãos e sistemas orgânicos, um processo quase concluído no final do sexto mês. Durante esse período, a forma e as proporções do corpo mudam. No final desse trimestre, o feto parece nitidamente humano.

Terceiro trimestre
O **terceiro trimestre** é caracterizado pelo maior ganho de peso fetal. Logo no início do terceiro trimestre, a maioria dos principais sistemas orgânicos fetais se torna plenamente funcional. Um bebê nascido um mês ou mesmo dois meses prematuramente tem uma chance razoável de sobrevivência, caso haja disponibilidade de cuidados médicos adequados.

O **desenvolvimento pós-natal** começa no nascimento e continua até a **maturidade**, o estado de desenvolvimento pleno ou de conclusão do crescimento. A compreensão básica do desenvolvimento pré e pós-natal proporciona conhecimentos importantes sobre as estruturas anatômicas. Além disso, muitos dos mecanismos do desenvolvimento e crescimento são similares aos responsáveis pelo reparo das lesões.

A clivagem continua até o blastocisto se implantar na parede uterina

A **fertilização** envolve a fusão de dois gametas haploides, cada um contendo 23 cromossomos, produzindo um **zigoto** que contém 46 cromossomos, o complemento normal em uma célula somática. A fertilização ocorre, com mais frequência, na tuba uterina (normalmente na ampola). O zigoto sofre uma série de divisões celulares chamadas de clivagem. Durante a clivagem, o citoplasma do zigoto fica subdividido entre um número cada vez maior de blastômeros progressivamente menores. Ao grupo de blastômeros criado pelas divisões da clivagem dá-se o nome de **pré-embrião.**

1 A clivagem dura aproximadamente sete dias. Dentro desse período o pré-embrião percorre todo o comprimento da tuba uterina.

Primeira divisão por clivagem	1º dia: estágio de duas células	2º dia: estágio de quatro células	3º dia: mórula precoce	4º dia: mórula avançada
Corpúsculos polares	Blastômeros	Blastômeros		
A primeira divisão por clivagem está quase concluída aproximadamente 30 horas após a fertilização.	A primeira divisão produz duas células-filhas, chamadas **blastômeros**, cada uma com a metade do tamanho do zigoto original.	A segunda divisão produz mais duas células-filhas.	Após três dias, o pré-embrião é uma esfera celular sólida conhecida como **mórula** (*morus* = amora).	A mórula normalmente chega ao útero no 4º dia.

Dia 0: fertilização

Início

As enzimas liberadas por vários espermatozoides criam aberturas entre as células foliculares que envolvem o ovócito. Um único espermatozoide faz contato com a membrana do ovócito. O espermatozoide é absorvido no citoplasma e o espermatozoide e o ovócito passam a se associar às fibras do fuso à medida que o ovo fertilizado se prepara para a divisão celular. Esse é o início do processo de **clivagem**, uma série de divisões celulares que produz um número cada vez maior de células-filhas cada vez menores.

Fertilização

Ovulação

5º dia: Perda da zona pelúcida e transporte para o útero

7º ao 10º dia: Implantação na parede uterina

6º dia: blastocisto

Nos dois próximos dias, os blastômeros formam um **blastocisto**, uma esfera oca com uma cavidade interna conhecida como **blastocele**. Nesse estágio, os blastômeros não são mais idênticos em tamanho e forma. O blastocisto é exposto livremente ao conteúdo fluido da cavidade uterina, que contém secreções ricas em glicogênio provenientes das glândulas uterinas. A taxa de crescimento e a divisão celular estão aceleradas e o blastocisto aumenta rapidamente de tamanho.

7º dia: implantação

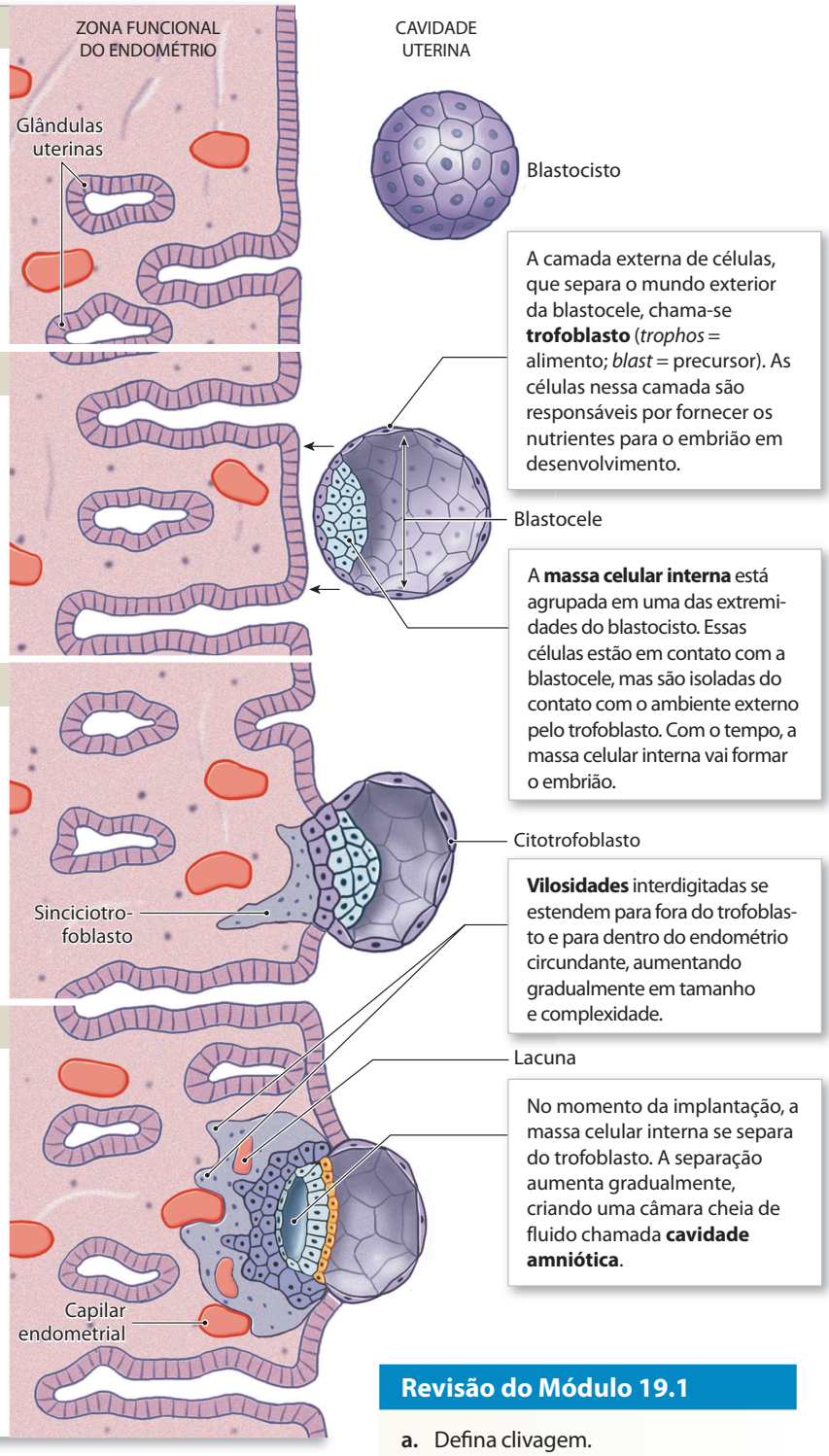
Quando totalmente formado, o blastocisto entra em contato com o endométrio. A **implantação** começa com a conexão do blastocisto ao endométrio do útero. A implantação prossegue à medida que o blastocisto erode o revestimento endometrial e fica incorporado ao endométrio no 10º dia.

8º dia: desenvolvimento do trofoblasto

No ponto de contato, as células trofoblásticas se dividem rapidamente, fazendo com que o trofoblasto tenha várias camadas de espessura. As células mais próximas da blastocele continuam intactas, formando uma camada de **citotrofoblasto**. Perto da parede endometrial as membranas plasmáticas que separam as células trofoblásticas desaparecem, criando uma camada de citoplasma contendo vários núcleos. Essa camada se chama **sinciciotrofoblasto**.

9º dia: formação da cavidade amniótica

Com o prosseguimento da implantação, o trofoblasto continua a aumentar e a se espalhar no endométrio circundante. A erosão das glândulas uterinas libera nutrientes que são absorvidos pelo trofoblasto e distribuídos por difusão para a massa celular interna. Esses nutrientes fornecem a energia necessária para sustentar os primeiros estágios da formação do embrião. As extensões trofoblásticas (vilosidades) crescem em volta dos capilares endometriais. À medida que as paredes dos capilares são destruídas, o sangue materno começa a percolar através de canais trofoblásticos conhecidos como **lacunas**.



Revisão do Módulo 19.1

a. Defina clivagem.

b. Qual estágio do desenvolvimento se inicia após a chegada do zigoto à cavidade uterina?

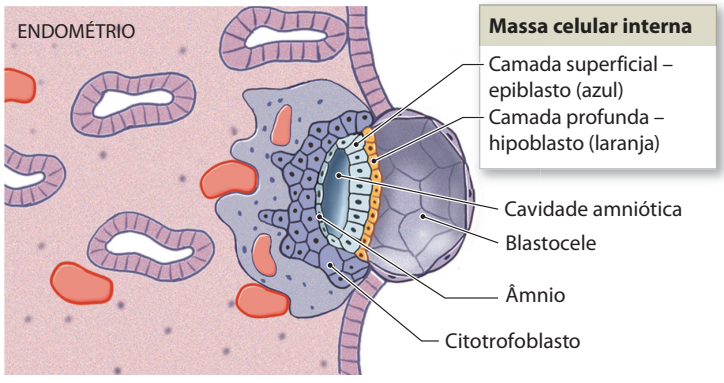
c. Descreva o blastocisto e como ocorre a implantação.

A gastrulação produz três camadas germinativas: ectoderma, endoderma e mesoderma

Juntas, as três camadas germinativas formarão o corpo do embrião.

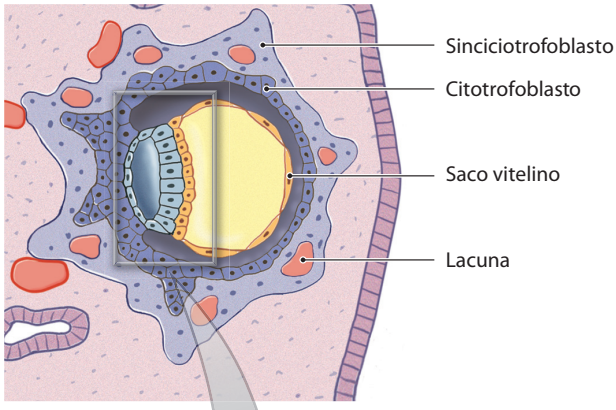
9º dia: formação da cavidade amniótica *(continuação)*

Quando a cavidade amniótica aparece pela primeira vez, as células da massa celular interna estão organizadas em uma camada celular dupla espessa, de formato oval: uma camada superficial em contato com a cavidade amniótica, o epiblasto, e uma camada profunda exposta ao conteúdo fluídico da blastocele, o hipoblasto. As células do epiblasto migram pelas paredes da cavidade amniótica e a separam do trofoblasto. Essa é a primeira etapa na formação do **âmnio**, uma das quatro **camadas extraembrionárias** que consideraremos em mais detalhes no Módulo 19.3. Nesse estágio, os nutrientes liberados no âmnio e na blastocele, pelo avanço do trofoblasto, são absorvidos diretamente pelas células da massa celular interna.



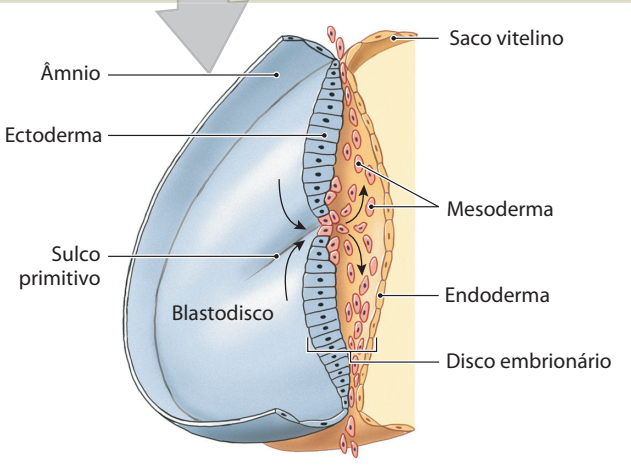
10º dia: formação do saco vitelino

Enquanto as células do epiblasto da massa celular interna migram em volta da cavidade amniótica, formando o âmnio, as células da camada mais profunda, o hipoblasto, migram em volta das bordas externas da blastocele. Essa é a primeira etapa na formação do **saco vitelino**, uma segunda membrana extraembrionária. Nas duas semanas seguintes, aproximadamente, o saco vitelino será a fonte primária de nutrientes para a massa celular interna. O saco vitelino absorve e distribui os nutrientes liberados na blastocele pelo trofoblasto.



12º dia: gastrulação

Por volta do 12º dia, as células epiblásticas migram da superfície e se dirigem entre as duas camadas existentes. Esse movimento cria três camadas embrionárias distintas: (1) o **ectoderma**, consistindo em células superficiais que não migram para o interior; (2) o **endoderma**, consistindo nas células voltadas para o saco vitelino; e (3) o **mesoderma**, consistindo em uma camada mal organizada de células que estão migrando entre o ectoderma e o endoderma. Coletivamente, essas três camadas embrionárias se chamam **camadas germinativas** e o processo de migração celular, que produz as camadas germinativas, chama-se **gastrulação**. A gastrulação produz uma lâmina oval com três camadas celulares conhecida como **disco embrionário**. O disco formará o corpo do embrião, enquanto todas as outras células do blastocisto farão parte das membranas extraembrionárias.



Os diferentes sistemas do corpo originam-se das divisões celulares das três camadas germinativas. O painel à esquerda ilustra a formação das três camadas germinativas e a tabela a seguir resume a sua importância para o desenvolvimento posterior.

Destinos das camadas germinativas

Sistema corporal	Contribuições ectodérmicas
Sistema tegumentar	Epiderme, folículos pilosos e pelos, unhas e glândulas que se abrem na pele (glândulas sudoríferas, glândulas mamárias e glândulas sebáceas)
Sistema esquelético	Cartilagens faríngeas e seus derivados nos adultos (parte do esfenoide, ossículos da orelha média e processos estiloides dos ossos temporais, o corno e a borda superior do osso hioide)
Sistema nervoso	Todo o tecido nervoso, incluindo o encéfalo e a medula espinal
Sistema endócrino	Hipófise e medula da glândula suprarrenal
Sistema respiratório	Epitélio da mucosa da cavidade nasal
Sistema digestório	Epitélio das mucosas da boca e do ânus, glândulas salivares
	Contribuições mesodérmicas
Sistema tegumentar	Derme e hipoderme
Sistema esquelético	Todos os componentes, exceto alguns derivados faríngeos
Sistema muscular	Todos os componentes
Sistema endócrino	Córtex da glândula suprarrenal, tecidos endócrinos de coração, rins e gônadas
Sistema cardiovascular	Todos os componentes
Sistema linfático	Todos os componentes
Sistema urinário	Rins, incluindo os néfrons e as partes iniciais do sistema coletor
Sistema genital	Gônadas e os órgãos associados
Diversos	O revestimento das subdivisões da cavidade corporal ventral (cavidades pleural, pericárdica e peritoneal) e os tecidos conjuntivos que suportam todos os sistemas orgânicos
	Contribuições endodérmicas
Sistema endócrino	Timo, tireoide e pâncreas endócrino
Sistema respiratório	Epitélio respiratório (exceto as cavidades nasais) e glândulas da camada mucosa
Sistema digestório	Epitélio das mucosas (exceto boca e ânus), glândulas exócrinas (exceto glândulas salivares), fígado e pâncreas exócrino
Sistema urinário	Bexiga urinária e porções distais do sistema coletor
Sistema genital	Porções distais da uretra e vagina, células germinativas primordiais que originam os gametas

O trofoblasto sofre divisões nucleares repetidas, exibe crescimento amplo e rápido, tem demanda energética muito alta, invade e se espalha pelos tecidos adjacentes, contudo, não ativa o sistema imune materno – em suma, o trofoblasto tem muitas características das células cancerosas. Em aproximadamente 0,1% das gestações algo dá errado com os sistemas regulatórios e, em vez de se desenvolver normalmente, o trofoblasto se comporta como um tumor. Essa condição se chama **neoplasia trofoblástica gestacional**. Cerca de 20% das neoplasias trofoblásticas gestacionais metastatizam para outros tecidos, com resultados potencialmente fatais. Consequentemente, a remoção cirúrgica imediata da massa é essencial e a cirurgia, muitas vezes, é seguida por quimioterapia.

Revisão do Módulo 19.2

a. Defina neoplasia trofoblástica gestacional.

b. Defina gastrulação e descreva a sua importância.

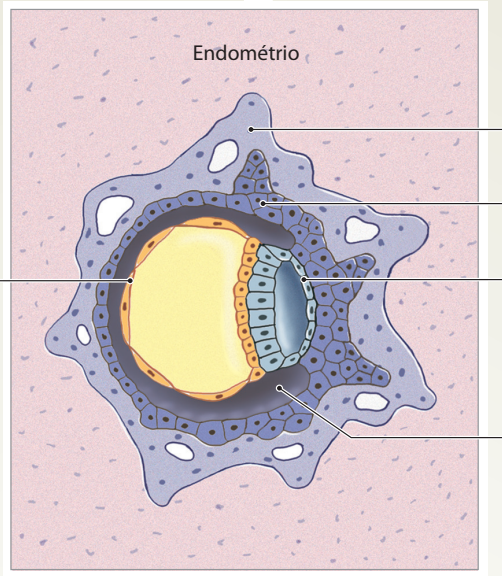
c. Qual camada germinativa origina quase todos os sistemas corporais, exceto os sistemas nervoso e respiratório?

As membranas extraembrionárias formam a placenta que sustenta o crescimento e o desenvolvimento fetais

As camadas germinativas participam na formação de quatro estruturas extraembrionárias: o saco vitelino (endoderma + mesoderma), o âmnio (ectoderma + mesoderma), a alantoide (endoderma + mesoderma) e o córion (mesoderma + trofoblasto). Embora essas membranas sustentem o desenvolvimento embrionário e fetal, restam poucos traços de sua existência nos sistemas adultos.

Formação do saco vitelino

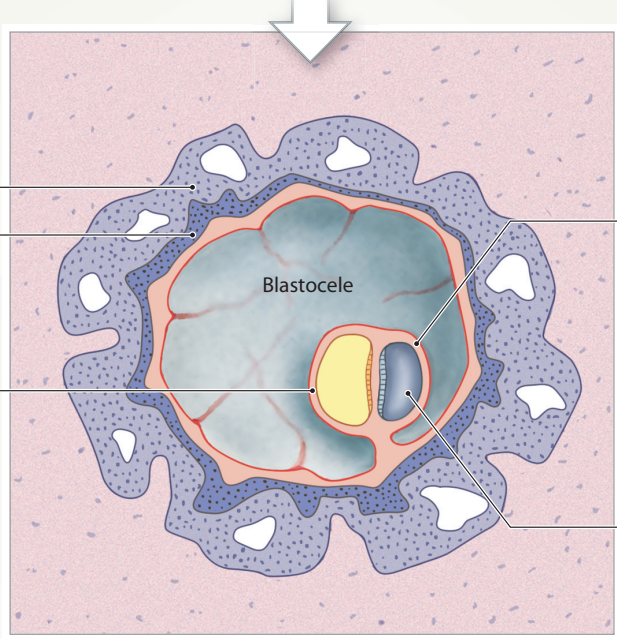
Formação do âmnio



O **saco vitelino** começa como uma camada de células dispostas em volta das bordas externas da blastocele, formando uma bolsa completa. Essa bolsa já é visível 10 dias após a fertilização.

O **âmnio** surge à medida que as células epiblásticas migram revestindo a cavidade que separa a massa celular interna do trofoblasto.

10º dia



Com o avanço da gastrulação, as células mesodérmicas se movem entre o revestimento ectodérmico da cavidade amniótica e o trofoblasto circundante. Essa combinação de mesoderma e ectoderma completa a formação do âmnio.

Com o avanço da gastrulação, as células mesodérmicas migram em volta da bolsa e completam a formação do saco vitelino. Os vasos sanguíneos, que aparecem primeiramente no mesoderma do saco vitelino, recolhem e distribuem os nutrientes absorvidos pela blastocele. A rede vascular do saco vitelino também é um sítio importante de formação das células sanguíneas.

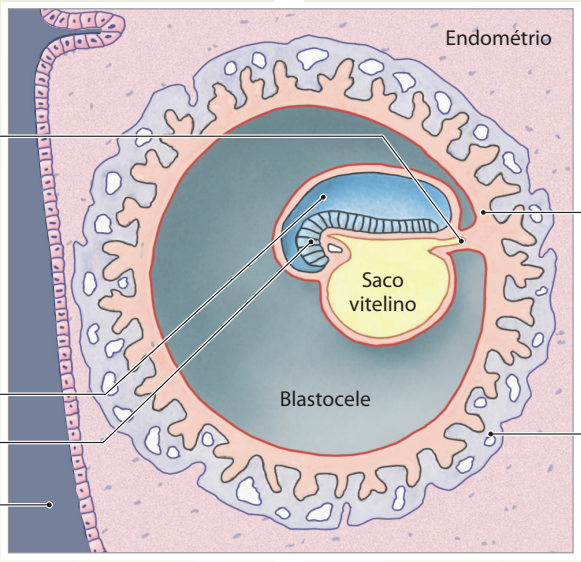
A cavidade amniótica contém **líquido amniótico** que envolve e protege o embrião ou feto em desenvolvimento.

14º dia

Formação da alantoide

Formação do córion

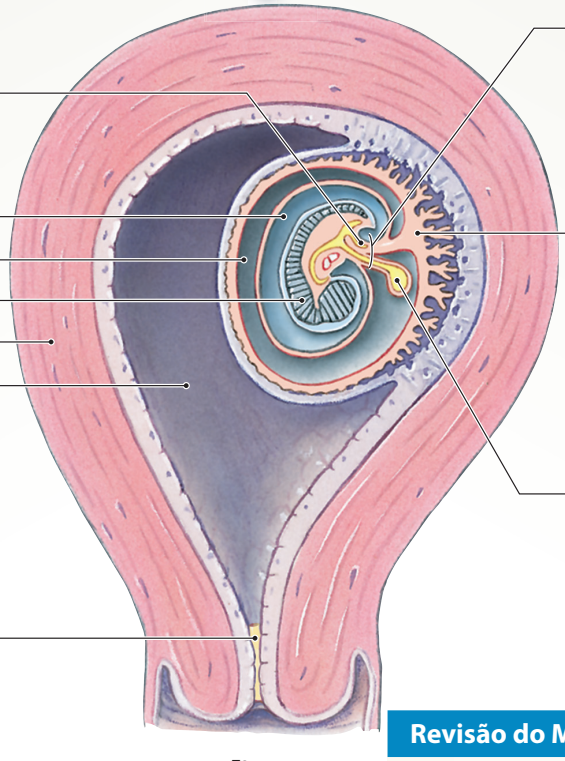
A **alantoide** começa como uma projeção sacular do endoderma perto da base do saco vitelino. A extremidade endodérmica livre cresce na direção da parede do blastocisto, circundada por uma massa de células mesodérmicas.



O mesoderma associado à alantoide se espalha ao redor do blastocisto, separando o trofoblasto da blastocele. O conjunto de mesoderma e trofoblasto é o **córion**, o início da placenta.

3ª semana

A alantoide se estende por parte no pedículo umbilical. A base da alantoide formará a bexiga urinária.



A **placenta** forma a interface entre os sistemas fetal e materno. Desenvolve-se à medida que as vilosidades do córion invadem o endométrio e fragmentam os vasos sanguíneos maternos. A placenta passa a ser o mecanismo de suporte primário para o embrião em desenvolvimento; oxigênio e nutrientes são absorvidos da corrente sanguínea materna e trocados por dióxido de carbono e resíduos.

5ª semana

Revisão do Módulo 19.3

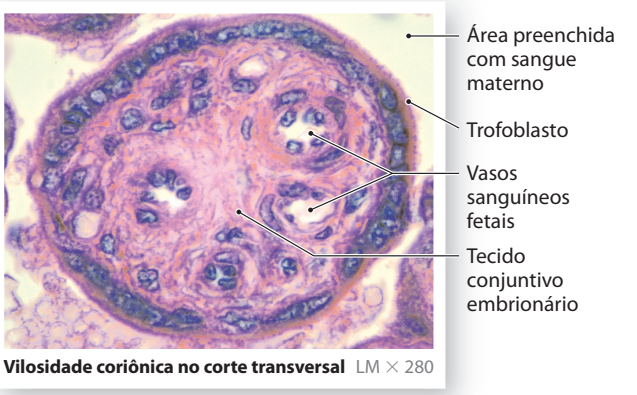
a. Cite o nome das quatro membranas extraembrionárias.

b. Qual é o nome da camada extraembrionária que mais tarde dará origem à bexiga urinária?

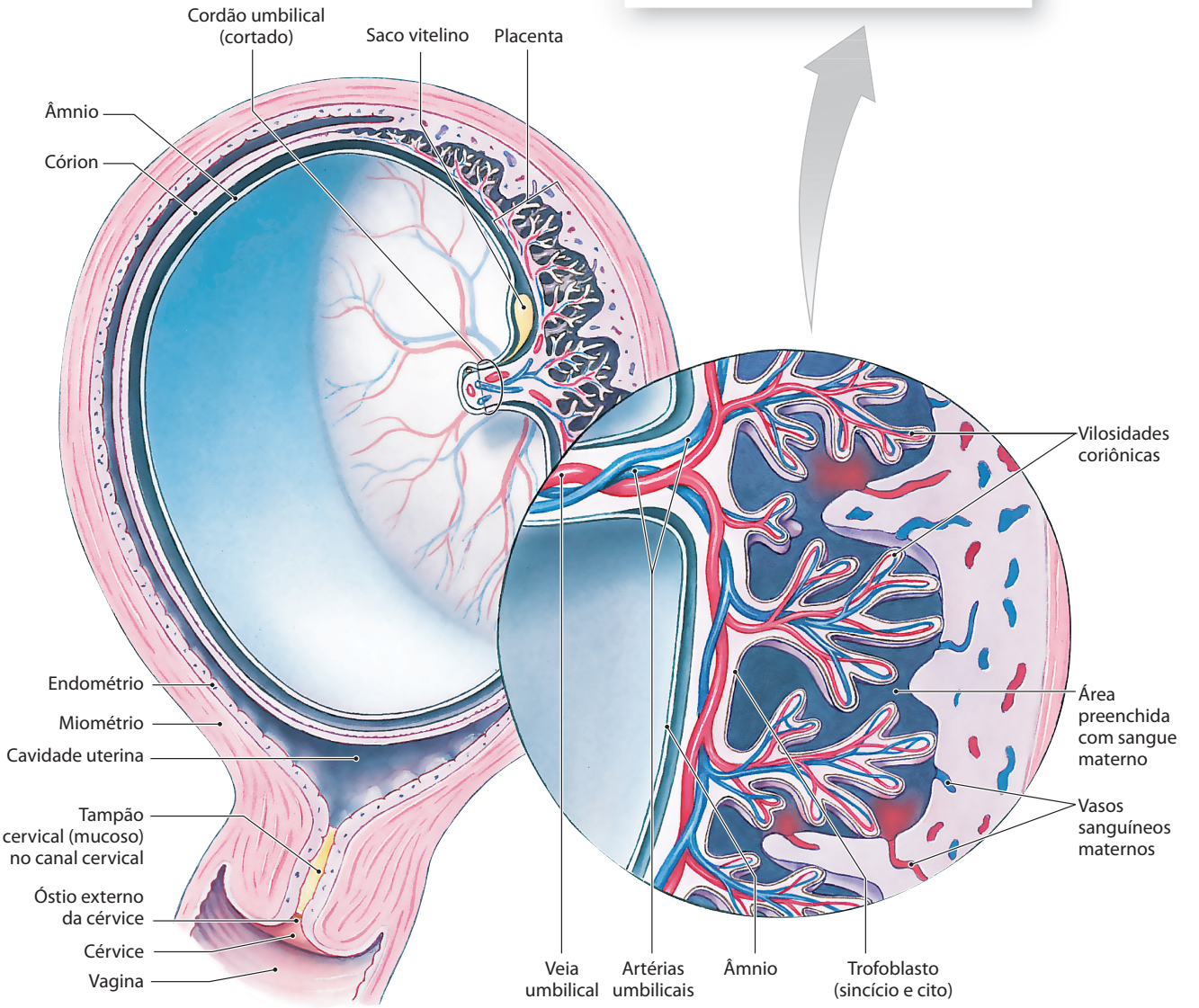
c. Quais camadas germinativas formam as membranas extraembrionárias e quais são as funções de cada uma dessas membranas?

A placenta desempenha muitas funções vitais durante o desenvolvimento pré-natal

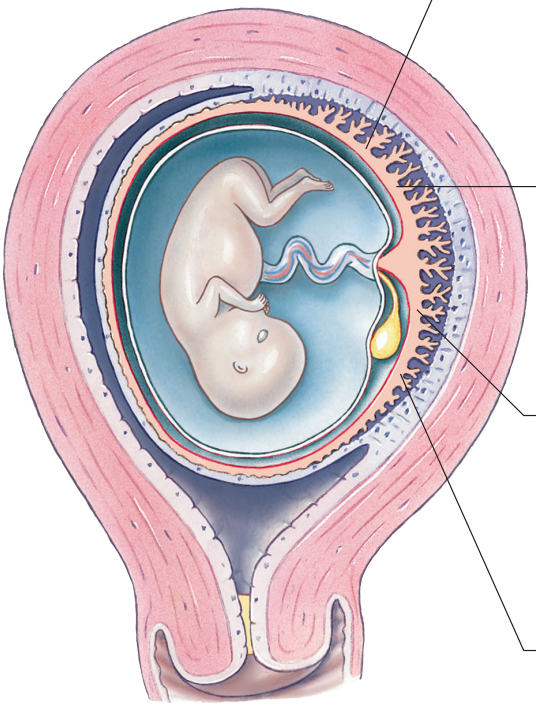
1 Esta ilustração mostra os detalhes da estrutura da placenta. As vilosidades coriônicas proporcionam a área de superfície para as trocas ativas e passivas de gases, nutrientes e resíduos entre a corrente sanguínea fetal e materna. O sangue que chega à placenta através do par de **artérias umbilicais** é desoxigenado e contém produtos residuais gerados pelos tecidos fetais. Na placenta, os suprimentos de oxigênio são reabastecidos, os nutrientes orgânicos são adicionados e o dióxido de carbono e outros produtos residuais orgânicos são removidos. Então, o sangue retorna para o feto através da única **veia umbilical**.



Vilosidade coriônica no corte transversal LM × 280



2 Além do seu papel na nutrição do feto, a placenta age como um órgão endócrino. Vários hormônios são sintetizados pelo sinciciotrofoblasto e liberados na corrente sanguínea materna.



Hormônios placentários

Gonadotrofina coriônica humana (hCG)

A **gonadotrofina coriônica humana (hCG)** aparece no sangue materno logo após a implantação. A presença da hCG nas amostras de sangue ou urina fornece indicação confiável da gravidez. Os kits comercializados para a detecção precoce da gravidez são sensíveis à presença desse hormônio. Em termos de função, a hCG parece com o LH, pois mantém a integridade do corpo lúteo e promove a secreção permanente de progesterona. Em consequência, na gravidez o revestimento endometrial continua perfeitamente funcional e a menstruação não ocorre. Na presença da hCG, o corpo lúteo persiste por três a quatro meses antes de diminuir de tamanho e reduzir sua função secretória, ambos gradualmente. O declínio na função lútea não desencadeia o retorno dos ciclos uterinos, pois no final do primeiro trimestre a placenta está secretando estrogênio e progesterona.

Lactogênio placentário humano (hPL)

O **lactogênio placentário humano (hPL)** ajuda a preparar as glândulas mamárias para a produção do leite. Nas glândulas mamárias, a conversão do estado inativo para o estado ativo requer a presença dos hormônios placentários (hPL, estrogênio e progesterona) e também de vários hormônios maternos (GH, prolactina e hormônios da tireoide).

Relaxina

A **relaxina** é um hormônio peptídico secretado pela placenta e pelo corpo lúteo durante a gravidez. A relaxina (1) aumenta a flexibilidade da sínfise púbica, permitindo que a pelve se expanda durante o parto; (2) provoca a dilatação da cérvice uterina, facilitando a entrada do feto no canal vaginal; e (3) posterga o início das contrações do trabalho de parto até o final da gravidez.

Progesterona e estrogênio

Após o primeiro trimestre, a placenta produz quantidades suficientes de progesterona para manter o revestimento endometrial e continuar a gravidez. Com a aproximação do final do terceiro trimestre, a produção de estrogênio pela placenta acelera. Como veremos em um módulo posterior, a elevação dos níveis de estrogênio desempenha papel na estimulação do trabalho de parto e do parto.

Revisão do Módulo 19.4

a. Cite os nomes dos hormônios sintetizados pelo sinciciotrofoblasto.

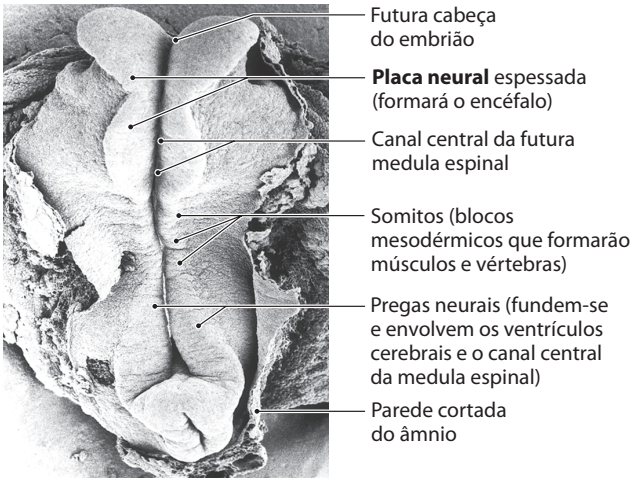
b. A presença de qual hormônio na urina fornece indicação confiável de gravidez nos testes domésticos?

c. Quando a placenta passa a ser suficientemente funcional para continuar a gravidez?

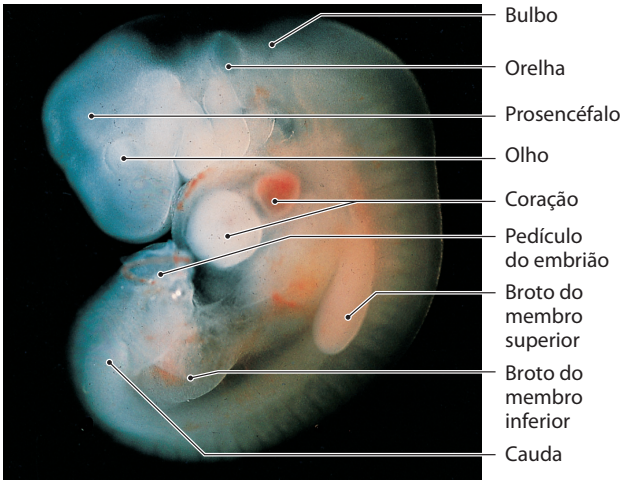
Os sistemas orgânicos são formados no primeiro trimestre e se tornam funcionais no segundo e no terceiro trimestres

O primeiro trimestre é um período crítico para o desenvolvimento, pois os eventos nas primeiras 12 semanas estabelecem a base da **organogênese**, o processo de formação dos órgãos. Nos dois trimestres seguintes o feto cresce e os sistemas orgânicos aumentam em complexidade até o estágio em que são capazes de funcionar normalmente.

1 Esta é uma micrografia eletrônica de varredura de um embrião na segunda semana de desenvolvimento. O SNC está se formando à medida que um sulco profundo se desenvolve em uma faixa ectodérmica espessa situada ao longo da linha média posterior do embrião.

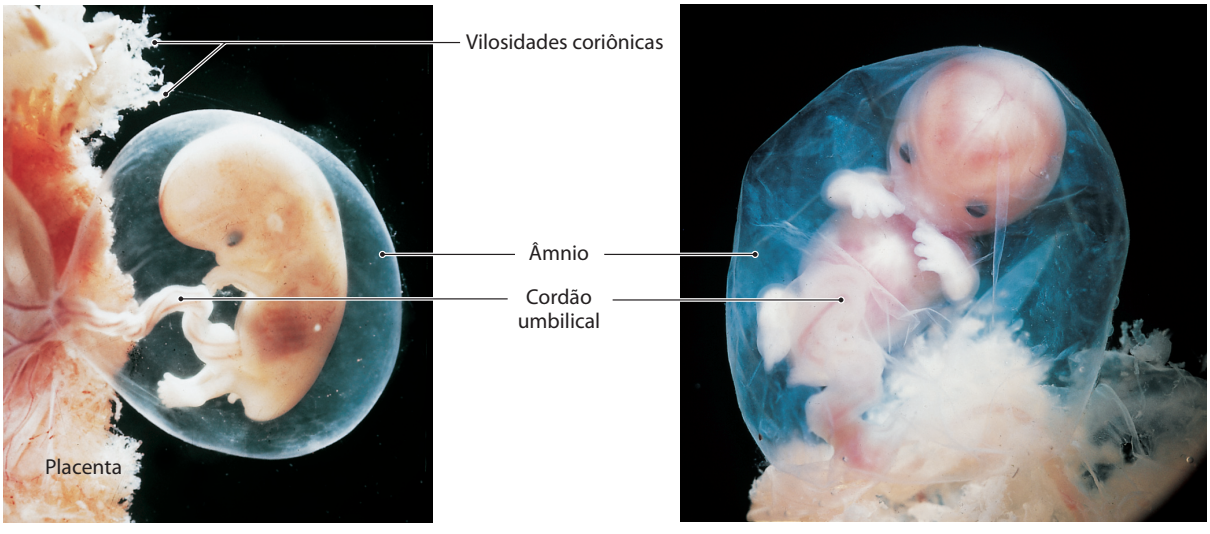


2 Esta fotografia de um embrião com quatro semanas exibe muitas características que provavelmente você consegue reconhecer com facilidade. O coração está batendo, bombeando o sangue para dentro e para fora da placenta, fornecendo os nutrientes necessários para o crescimento e o desenvolvimento.



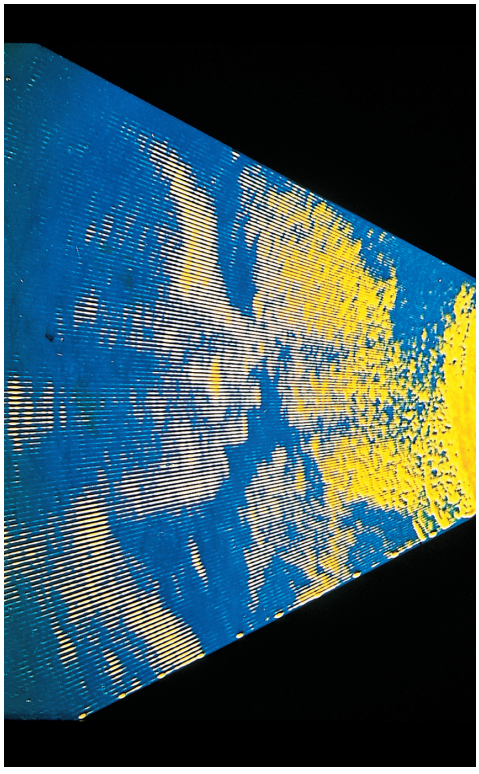
3 Na 6ª semana, a placenta se formou e o embrião flutua dentro da cavidade amniótica. As proporções corporais estão mudando, os membros ficando maiores, os ossos do crânio começando a se organizar em volta do encéfalo e dos olhos já formados.

4 No final do primeiro trimestre, o feto está consideravelmente maior, com características humanas mais bem definidas. Os músculos axiais e apendiculares estão se formando e os movimentos fetais logo começarão.



5 Este é o feto após quatro meses de gestação. A face e o palato têm sua forma apropriada, e os hemisférios cerebrais estão aumentando rapidamente. Já existem folículos pilosos e começa o crescimento do pelo. Os nervos periféricos se formaram, os receptores sensoriais estão se desenvolvendo e o feto se movimenta com frequência. O crescimento fetal nas oito primeiras semanas é o mais rápido, com o feto aumentando de peso em cerca de 25 vezes. No final do segundo trimestre, o feto terá atingido um peso aproximado de 640 g.

6 Este é o ultrassom de um feto após seis meses de gestação. Durante o terceiro trimestre, a maioria dos sistemas orgânicos está pronta para desempenhar suas funções normais sem ajuda materna. A taxa de crescimento começa a desacelerar, mas, em termos absolutos, o maior ganho de peso ocorre nesse trimestre. Nos três meses finais da gestação, o feto ganha aproximadamente 2,6 kg, chegando a um peso em torno de 3,2 kg no parto.



Revisão do Módulo 19.5

a. Defina organogênese.

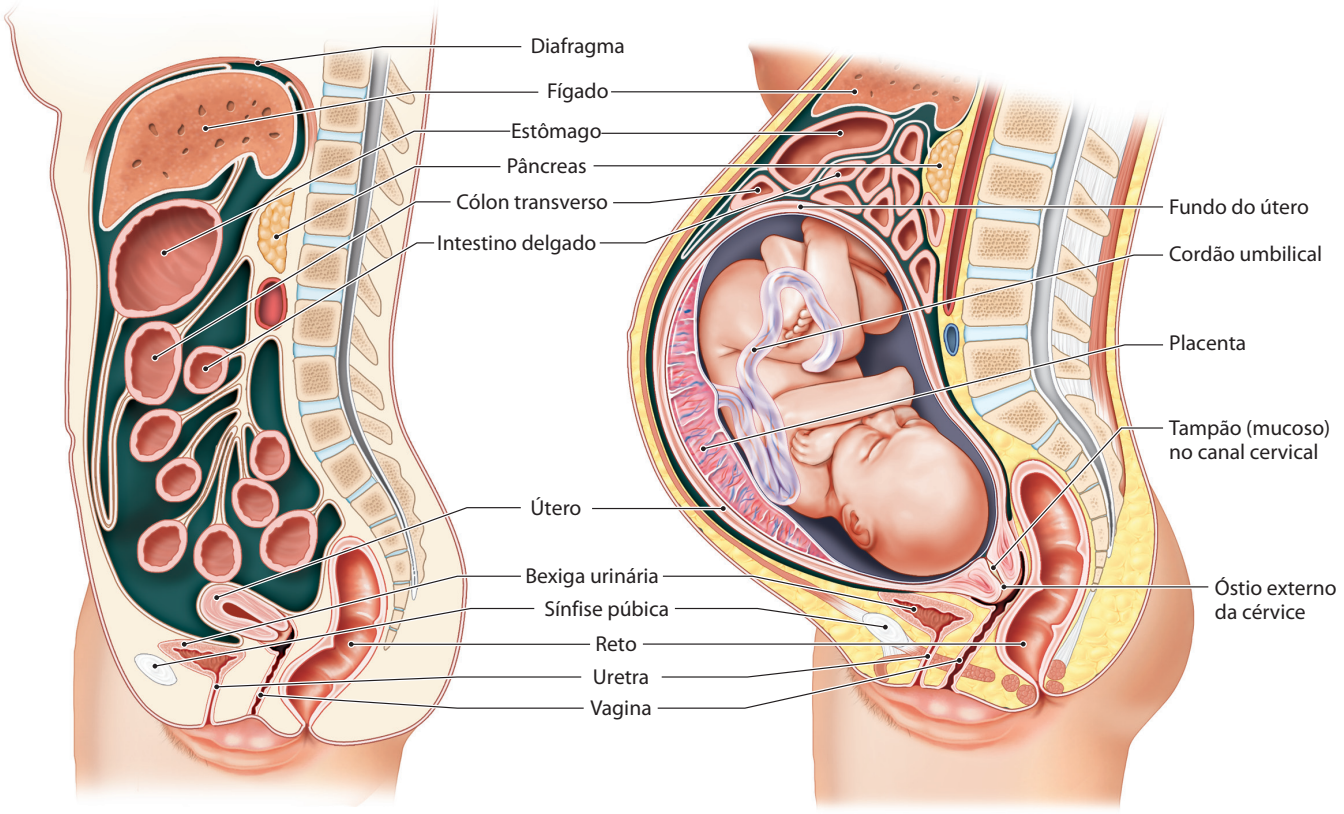
b. Identifique o evento principal no desenvolvimento fetal durante o segundo e o terceiro trimestres.

c. Durante qual trimestre o feto passa pelo maior ganho de peso?

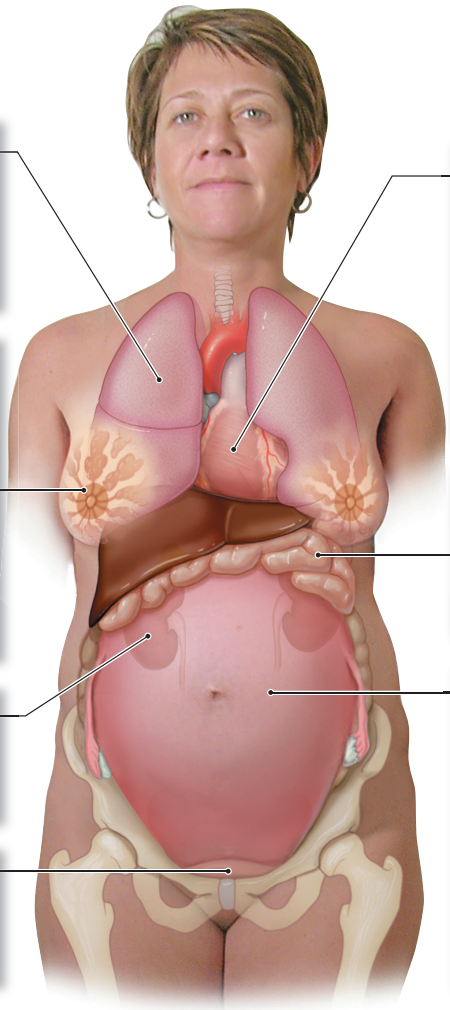
A gravidez impõe estresses anatômicos e fisiológicos aos sistemas maternos

A gravidez exige esforços tremendos da mãe. O feto em desenvolvimento é totalmente dependente dos sistemas orgânicos maternos para a sua alimentação, respiração e remoção de resíduos. Os sistemas maternos desempenham essas funções além de suas operações normais. Por exemplo, a mãe precisa absorver oxigênio, nutrientes e vitaminas em quantidades suficientes para si e para o feto, e precisa eliminar todos os resíduos gerados. Embora isso não seja um fardo nas primeiras semanas de gestação, as demandas impostas à mãe se tornam significativas à medida que o feto cresce.

1 Os esforços físicos da gravidez são consideráveis. Não é incomum uma mulher ganhar 6-7 kg de peso durante a gravidez e esse peso não está alinhado com o eixo corporal. Isso significa que a movimentação e a manutenção do equilíbrio usam mais energia. As visualizações em corte a seguir comparam as posições dos órgãos na mulher não grávida e grávida. Quando a gravidez é a termo, o útero e o feto são tão grandes que empurram muitos órgãos maternos para fora de suas posições normais.



2 Os ajustes fisiológicos para a gravidez são ainda mais radicais do que os físicos. Este é um resumo das mudanças fisiológicas que ocorrem nos sistemas maternos no final do terceiro trimestre.



Os pulmões maternos precisam fornecer o oxigênio adicional necessário e remover o excesso de dióxido de carbono gerado pelo feto. Em consequência, a frequência respiratória materna sobe e o volume corrente diminui.

O desenvolvimento da glândula mamária exige uma combinação de hormônios, incluindo o lactogênio placentário e a prolactina (PRL) placentária, estrogênio, progesterona, GH e tiroxina dos órgãos endócrinos maternos. No final do sexto mês de gravidez, as glândulas mamárias estão totalmente desenvolvidas e começam a produzir secreções claras que são armazenadas no sistema de ductos dessas glândulas e que podem ser expelidas pelos mamilos.

Os rins precisam eliminar os resíduos produzidos pelos sistemas materno e fetal. Em consequência, a taxa de filtração glomerular (GFR) materna aumenta em aproximadamente 50%.

Como o volume de urina produzido aumenta e o peso do útero pressiona a bexiga urinária para baixo, as mulheres grávidas precisam urinar com frequência.

O volume de sangue que escoa para a placenta reduz o volume no circuito sistêmico da mãe. Ao mesmo tempo, a atividade metabólica fetal "rouba" oxigênio materno e eleva os níveis de CO_2 da mãe. Essa combinação estimula a produção de renina e eritropoetina, acarretando aumento no volume sanguíneo materno. No final da gestação, o volume sanguíneo materno aumenta em quase 50%.

As mulheres grávidas precisam alimentar a si mesmas e ao seu feto e, portanto, tendem a sentir mais sensação de fome. As necessidades maternas de nutrientes podem ficar até 30% acima do normal.

No final da gestação, um útero típico cresceu de 7,5 cm de comprimento e 30-40 g de peso para 30 cm de comprimento e 1.100 g de peso. O útero pode conter 2 litros de fluido, além do feto e da placenta, com peso total de aproximadamente 6-7 kg. Essa expansão notável ocorre principalmente por meio do aumento (hipertrofia) das células existentes, especialmente as fibras musculares lisas, em vez do aumento na quantidade total de células.

Embora a gravidez seja um fenômeno natural, as demandas físicas e fisiológicas sobre os sistemas maternos tornam esse fenômeno potencialmente perigoso. Em qualquer idade, os riscos associados à gravidez são muito maiores do que os associados ao uso dos contraceptivos orais. (A exceção notável envolve as mulheres que tomam pílula e fumam.) Nas mulheres grávidas acima dos 35 anos de idade, as chances de morrer em decorrência de complicações associadas à gravidez são quase o dobro das chances de morrer em um acidente de automóvel.

Revisão do Módulo 19.6

a. Mencione as principais mudanças que ocorrem nos sistemas orgânicos maternos durante a gravidez.

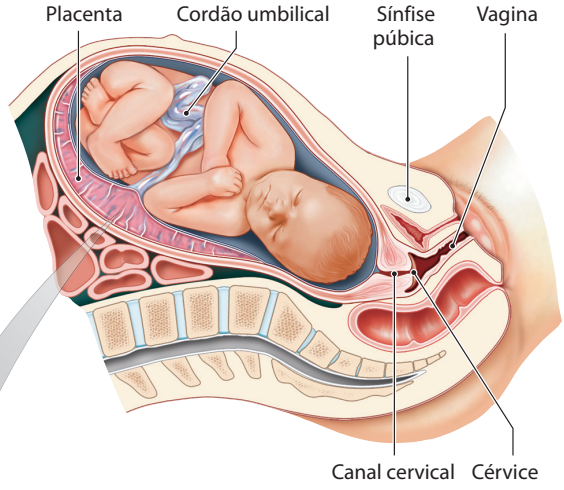
b. Por que o volume sanguíneo materno aumenta durante a gravidez?

c. Com base nas ilustrações exibindo as localizações dos órgãos internos nas mulheres grávidas e não grávidas, explique por que algumas mulheres sofrem de dificuldade respiratória enquanto estão grávidas.

Muitos fatores iniciam e aceleram o trabalho de parto

A incrível distensão do útero durante a gravidez está associada ao aumento gradual na frequência de contrações espontâneas do músculo liso no miométrio. Nos estágios iniciais da gravidez, a progesterona liberada pela placenta inibe o músculo liso uterino, evitando contrações fortes. Mais tarde, na gravidez, algumas mulheres sofrem espasmos ocasionais na musculatura uterina, mas essas contrações não são regulares nem persistentes. Essas contrações se chamam **falso trabalho de parto**. O **verdadeiro trabalho de parto** começa quando fatores bioquímicos e mecânicos chegam a um ponto de não retorno.

1 Este corte sagital mostra a posição do feto no início do trabalho de parto. A maioria dos fetos se apresenta nesta posição.



2 Após nove meses de gestação, muitos fatores interagem para começar o verdadeiro trabalho de parto. Depois de iniciadas as contrações do trabalho de parto no miométrio, o feedback positivo assegura que elas continuarão até a conclusão do parto.

Fatores placentários

O estrogênio placentário aumenta a sensibilidade das células musculares lisas do miométrio e torna as contrações mais frequentes. Com a aproximação do parto, a produção de estrogênio aumenta. O estrogênio também eleva a sensibilidade das fibras musculares lisas à oxitocina.

A relaxina produzida pela placenta relaxa as articulações da pelve e dilata a cérvice uterina.

Liberação de oxitocina materna

A liberação de oxitocina materna é estimulada pelos altos níveis de estrogênio. O músculo liso em um útero grávido a termo é 100 vezes mais sensível do que o músculo liso em um útero sem gestação.

Distorção do miométrio

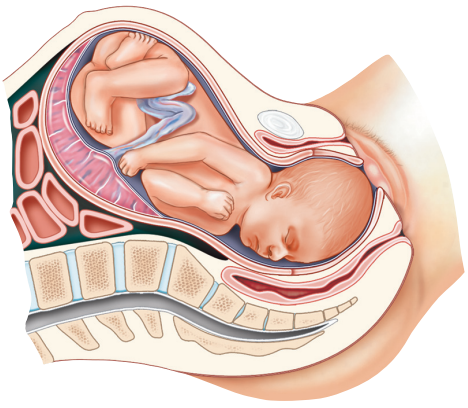
A distorção do miométrio aumenta a sensibilidade das camadas de músculo liso, promovendo contrações espontâneas que ficam mais fortes e mais frequentes com o avanço da gestação.

As contrações do trabalho de parto movem o feto e distorcem ainda mais o miométrio. Essa distorção estimula mais liberação de oxitocina e prostaglandina. Esse **feedback positivo** continua até a conclusão do parto.

OCORREM AS CONTRAÇÕES DO TRABALHO DE PARTO

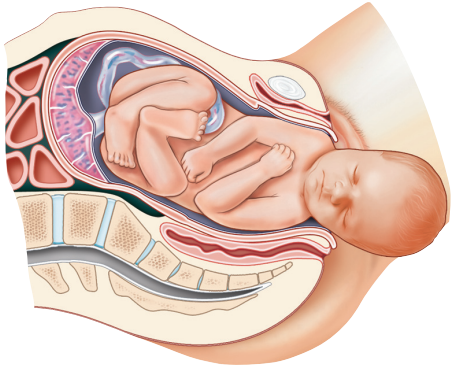
3 O objetivo do trabalho de **parto** é a expulsão forçosa do feto e da placenta. O trabalho de parto tradicionalmente é dividido em três estágios: dilatação, expulsão e placentário.

Estágio de dilatação



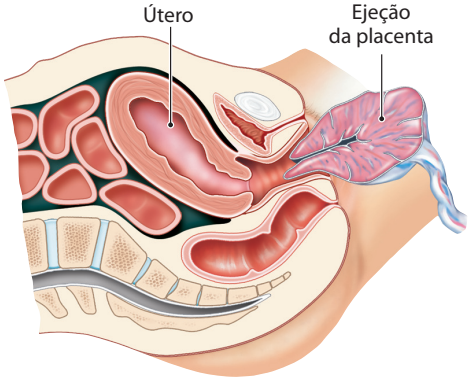
O **estágio de dilatação** começa com o início do verdadeiro trabalho de parto, à medida que a cérvice uterina dilata e o feto começa a se deslocar na direção do canal cervical, movido pela gravidade e pelas contrações uterinas. Esse estágio costuma durar oito horas ou mais. No início do estágio de dilatação, as contrações do trabalho de parto duram até meio minuto e ocorrem uma vez a cada 10-30 minutos; sua frequência e duração aumentam continuadamente. No final desse estágio, o âmnio se rompe, um evento às vezes chamado de "rompimento da bolsa d'água".

Estágio de expulsão



O **estágio de expulsão** começa à medida que a cérvice, aberta pela aproximação do feto, completa a sua dilatação. Nesse estágio, as contrações atingem a sua intensidade máxima, ocorrendo em intervalos de dois ou três minutos, talvez, e durante um minuto inteiro. A expulsão continua até o feto emergir da vagina. Na maioria dos casos, o estágio de expulsão dura menos de duas horas. A chegada de um recém-nascido ao mundo exterior se chama **parto**, ou nascimento.

Estágio placentário



Durante o **estágio placentário** do trabalho de parto, a tensão muscular concentrada nas paredes do útero parcialmente vazio, o faz diminuir de tamanho gradualmente. Essa contração uterina rasga as conexões entre o endométrio e a **placenta**, que é ejetada. O rompimento da placenta é acompanhado por perda de sangue, mas as contrações uterinas associadas comprimem os vasos uterinos e normalmente restringem esse sangramento.

O **trabalho de parto prematuro** ocorre quando o verdadeiro trabalho de parto começa antes de o feto completar o seu desenvolvimento normal. As chances de sobrevivência do recém-nascido estão diretamente relacionadas ao seu peso corporal ao nascer. Mesmo com esforços de suporte maciços, os recém-nascidos pesando menos de 400 g ao nascer não sobreviverão, principalmente porque os seus sistemas respiratório, cardiovascular e urinário são incapazes de sustentar a vida sem a ajuda dos sistemas maternos. A maioria dos fetos nascida com 25-27 semanas de gestação (com peso ao nascer abaixo de 600 g) morre apesar do cuidado neonatal intensivo e os que sobrevivem correm alto risco de desenvolver anomalias do desenvolvimento. **Parto prematuro** geralmente se refere ao nascimento com 28-36 semanas de gestação (com peso, ao nascer, acima de 1 kg). Com cuidados médicos, esses recém-nascidos têm boa chance de sobreviver e se desenvolver normalmente.

Revisão do Módulo 19.7

a. Mencione e descreva os fatores envolvidos na iniciação das contrações do trabalho de parto.

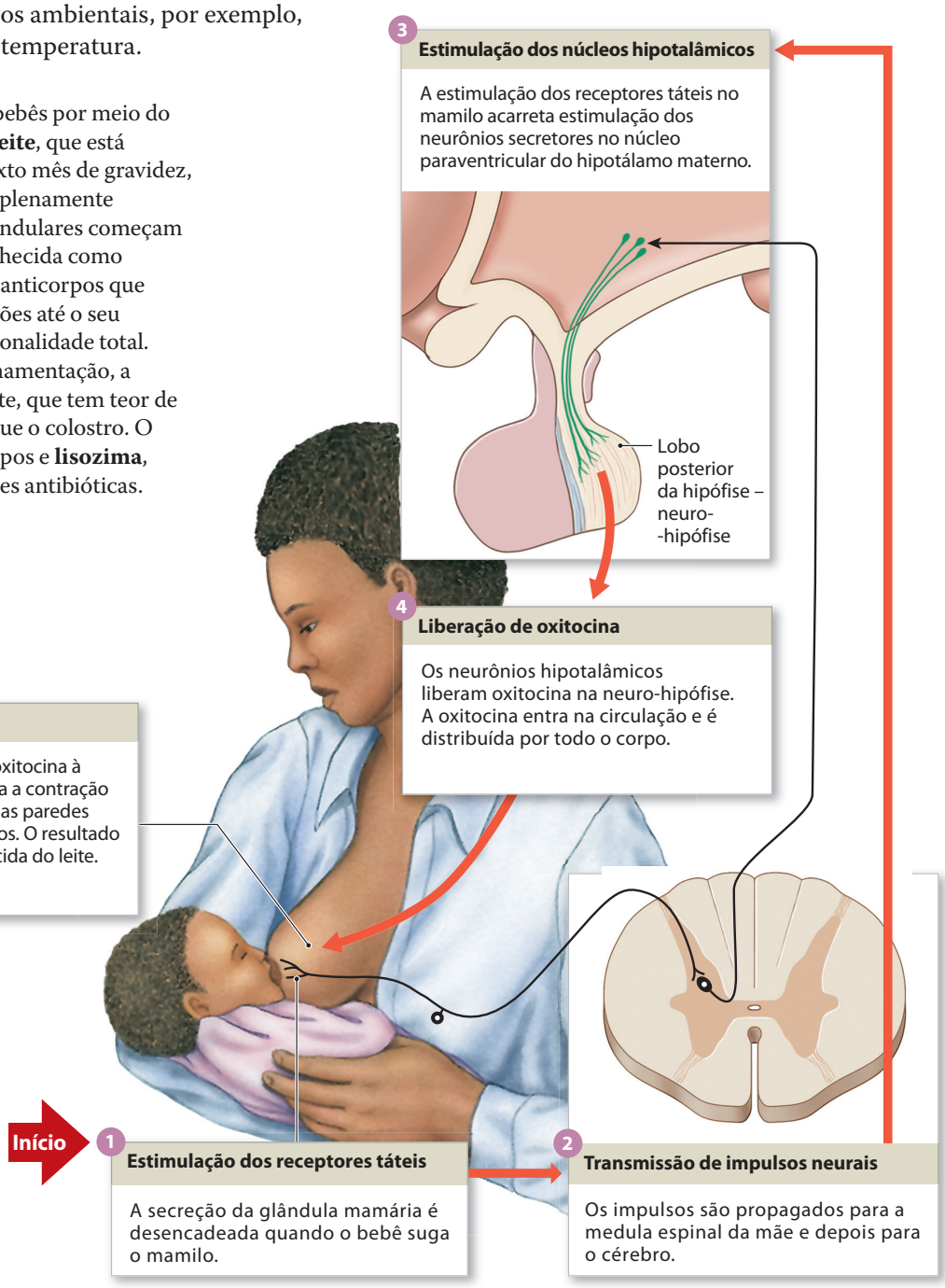
b. Quais substâncias químicas são primariamente responsáveis por iniciar as contrações do verdadeiro trabalho de parto?

c. Cite os nomes dos três estágios do trabalho de parto e descreva os eventos que caracterizam cada um desses estágios.

Após o parto, o desenvolvimento exige, inicialmente, a nutrição pelos sistemas maternos

O processo de desenvolvimento não cessa no parto, pois os recém-nascidos possuem poucas das características anatômicas, funcionais ou psicológicas dos adultos maduros. O momento imediatamente após o parto, e que continua pelos primeiros 28 dias, é conhecido como **período neonatal**. Durante o período neonatal, os bebês se chamam neonatos ou recém-nascidos. A primeira infância corresponde ao primeiro ano de vida. Os neonatos e os bebês são dependentes da mãe para a sua nutrição, bem como para o transporte e a proteção contra os perigos ambientais, por exemplo, as mudanças extremas na temperatura.

1 O leite é fornecido aos bebês por meio do **reflexo de descida do leite**, que está ilustrado aqui. No final do sexto mês de gravidez, as glândulas mamárias estão plenamente desenvolvidas e as células glandulares começam a produzir uma secreção conhecida como **colostro**. O colostro contém anticorpos que ajudam o bebê a evitar infecções até o seu sistema imune atingir a funcionalidade total. Após os primeiros dias de amamentação, a glândula mamária produz leite, que tem teor de gordura muito mais alto do que o colostro. O leite também contém anticorpos e **lisozima**, uma enzima com propriedades antibióticas.



2 O desenvolvimento pós-natal inclui cinco **estágios de vida**: (1) período neonatal, (2) primeira infância, (3) infância, (4) adolescência e (5) maturidade. Após chegar à maturidade, o indivíduo está sujeito às mudanças graduais que acompanham a senescência ou envelhecimento. O crescimento durante a primeira infância e a infância ocorre sob a direção dos hormônios circulantes, especialmente o hormônio do crescimento, os esteroides adrenais e os hormônios da tireoide. Esses hormônios afetam cada tecido e órgão de maneiras específicas, dependendo das sensibilidades de cada célula. Quantidades crescentes de hormônios – principalmente hormônios sexuais – influenciam o crescimento e o desenvolvimento do adolescente.

Desenvolvimento pós-natal

Revisão do Módulo 19.8

a. Qual hormônio provoca o reflexo de descida do leite?

b. Explique a diferença entre colostro e leite materno.

c. Cite os nomes dos estágios do desenvolvimento pós-natal e descreva o período de tempo envolvido em cada um dos estágios.

19.9

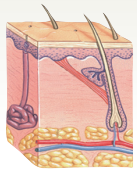
Na puberdade, os hormônios sexuais masculinos e femininos têm efeitos diferenciados na maioria dos sistemas orgânicos

Muitos sistemas orgânicos alteram suas atividades em resposta às mudanças nos níveis circulantes dos hormônios sexuais na puberdade. As mudanças mais importantes relacionadas ao sexo estão resumidas aqui. Os efeitos da testosterona e do estrogênio são facilitados e melhorados por hormônio do crescimento, hormônios da tireoide, prolactina e hormônios adrenocorticais.

Respostas à testosterona nos homens

Sistema tegumentar

A testosterona estimula o desenvolvimento dos pelos na face e no peito, além de estimular o crescimento definitivo dos pelos nas axilas e na área genital. Os tecidos adiposos respondem, de forma diferente, à testosterona e ao estrogênio; essa diferença produz distribuições diversas da gordura corporal subcutânea nos homens e nas mulheres.

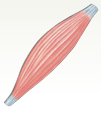


Sistema esquelético

A testosterona acelera a deposição óssea e o crescimento esquelético. No processo, a testosterona provê o fechamento das cartilagens epifisárias e, assim, coloca um limite de crescimento em altura.

Sistema muscular

A testosterona estimula o crescimento das fibras musculares esqueléticas e o aumento na massa muscular contribui para as diferenças sexuais importantes na massa corporal, mesmo em homens e mulheres da mesma altura.

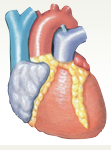


Sistema nervoso

Um surto na secreção de testosterona que ocorre na puberdade ativa os centros do sistema nervoso central, voltados para o desejo sexual e os comportamentos sexuais.

Sistema cardiovascular

A testosterona estimula a eritropoiese, aumentando, assim, o volume sanguíneo e o hematócrito.

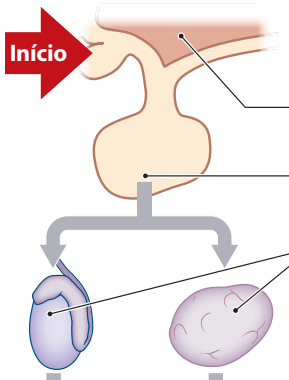


Sistema respiratório

A testosterona estimula o crescimento desproporcional da laringe e espessamento e alongamento das pregas vocais. Essas mudanças provocam engrossamento gradual da voz masculina.

Sistema genital

A testosterona estimula o desenvolvimento funcional das glândulas reprodutoras acessórias, como a próstata e as glândulas seminais, e ajuda a promover a espermatogênese.



Na puberdade

O hipotálamo aumenta a sua produção de hormônio de liberação da gonadotrofina (GnRH).

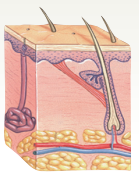
As células endócrinas no lobo anterior da hipófise, ou melhor, da adeno-hipófise, ficam mais sensíveis à presença do GnRH e os níveis circulantes de FSH e LH aumentam rapidamente.

As células testiculares ou ovarianas ficam mais sensíveis ao FSH e ao LH, iniciando (1) a produção de gametas; (2) a secreção dos hormônios sexuais, que estimulam o aparecimento das características sexuais secundárias; e (3) a súbita aceleração na taxa de crescimento, culminando no fechamento das cartilagens epifisárias.

Respostas ao estrogênio nas mulheres

Sistema tegumentar

O estrogênio estimula os folículos pilosos a continuarem a produzir velos finos e estimula o crescimento dos pelos nas axilas e na área genital. A combinação de estrogênio, prolactina, hormônio do crescimento e hormônios da tireoide promove o desenvolvimento inicial das glândulas mamárias.



Sistema esquelético

O estrogênio provoca o fechamento epifisário mais rápido do que a testosterona. Além disso, o período de crescimento esquelético é mais breve nas mulheres do que nos homens e, portanto, as mulheres geralmente não ficam tão altas quanto os homens.

Sistema muscular

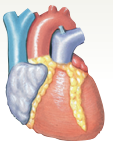
O estrogênio estimula o crescimento das fibras musculares esqueléticas, aumentando a força e a resistência, mas não no mesmo grau em que a testosterona o faz nos homens.

Sistema nervoso

Um surto na secreção do estrogênio na puberdade ativa os centros do sistema nervoso central que estão envolvidos no desejo sexual feminino e nos comportamentos sexuais.

Sistema cardiovascular

A perda de ferro associada à menstruação aumenta o risco de desenvolvimento de anemia por deficiência de ferro. O estrogênio diminui os níveis plasmáticos de colesterol e desacelera a formação de placas dentro das artérias. Em consequência, as mulheres pré-menopáusicas correm risco menor de aterosclerose do que os homens adultos.

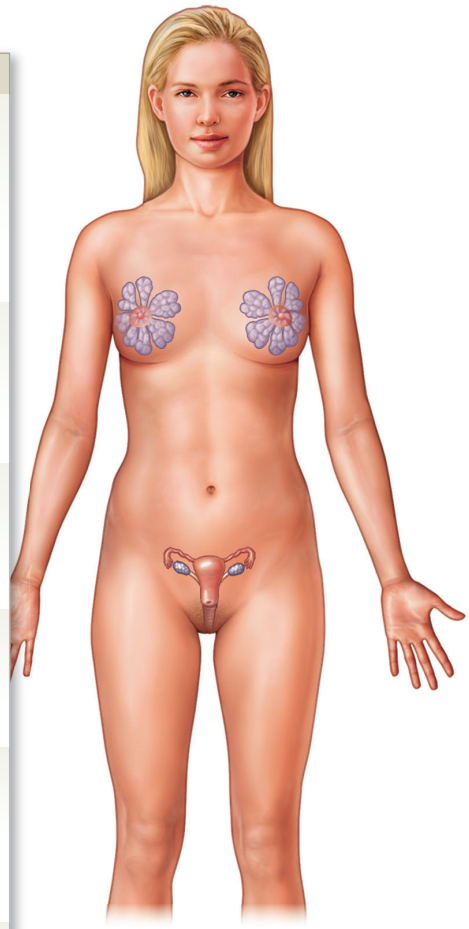


Sistema respiratório

O estrogênio não provoca crescimento excessivo da laringe e das pregas vocais, então as mulheres normalmente têm vozes mais agudas do que os homens.

Sistema genital

O útero é alvo do estrogênio, que promove um espessamento do miométrio e o aumento do fluxo sanguíneo para o endométrio. O estrogênio também promove o desenvolvimento funcional dos órgãos genitais acessórios nas mulheres.



Revisão do Módulo 19.9

a. Cite os nomes de três importantes eventos de interação hormonal associados ao início da puberdade.

b. Por que geralmente o homem tem a voz mais grave e a laringe maior do que a mulher?

c. Por que as mulheres pré-menopáusicas correm menos risco de aterosclerose do que os homens?

1. Atividade de associação

Faça a correspondência dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

- hCG
- Concepção
- Endométrio
- Sinciciotrofoblasto
- Colostro
- Âmnio
- Parto
- Mórula
- Disco embrionário
- Período neonatal
- Gestação
- Massa celular interna
- Relaxina
- Blastocisto

a	_____	Fertilização
b	_____	Primeiros 28 dias de vida
c	_____	Expulsão do feto e da placenta
d	_____	Período de desenvolvimento pré-natal
e	_____	A presença desse hormônio indica gravidez
f	_____	Relaxa a sínfise púbica
g	_____	Secreção da glândula mamária
h	_____	Formado a partir do mesoderma e do ectoderma
i	_____	Esfera oca de células
j	_____	Sítio de implantação
k	_____	Forma o embrião
l	_____	Citoplasma com muitos núcleos
m	_____	Esfera sólida de células
n	_____	Produto da gastrulação com três camadas

2. Exercício de múltipla escolha

Escolha o item mais adequado para completar cada frase.

a O desenvolvimento fetal começa no início do(a) _____.

- processo de implantação
- segundo mês após a fertilização
- nona semana após a fertilização
- sexto mês após a fertilização

b A(s) _____ umbilical(is) dentro do cordão umbilical _____ da placenta para o feto.

- artérias; transportam sangue oxigenado
- artérias; transportam sangue desoxigenado
- veia; transporta sangue oxigenado
- veia; transporta sangue desoxigenado

c Os órgãos e sistemas orgânicos completam a maior parte do seu desenvolvimento no final do _____.

- primeiro trimestre
- segundo trimestre
- terceiro trimestre
- estágio de expulsão

d Os quatro processos gerais que ocorrem durante o primeiro trimestre são _____.

- blastômero, blastocisto, mórula e trofoblasto
- clivagem, implantação, placentação e embriogênese
- placentação, dilatação, expulsão e organogênese
- fertilização, clivagem, placentação, dilatação

e O período mais crítico na vida pré-natal ou neonatal é o _____.

- primeiro trimestre
- segundo trimestre
- terceiro trimestre
- estágio de expulsão

f Os sistemas que estavam relativamente não funcionais durante o período fetal e que precisam estar funcionais ao nascimento são os sistemas _____.

- cardiovascular, muscular e esquelético
- tegumentar, genital e nervoso
- respiratório, digestório e urinário
- endócrino, nervoso e digestório

3. Integração de seções

Tina dá à luz um bebê com deformidade congênita do estômago. Ela acredita que a anomalia do seu bebê é o resultado de infecção viral que ela sofreu durante o seu terceiro trimestre. Isso é possível? Explique. _____

_____

_____

Genética e herança

Embora todo mundo passe pelos mesmos estágios do desenvolvimento, as diferenças na estrutura genética e no ambiente local produzem características individuais diferenciadoras. O termo **herança** se refere à transferência de características determinadas geneticamente de geração para geração. O estudo dos mecanismos responsáveis pela herança se chama **genética**. Começamos o nosso estudo da genética examinando dois conceitos importantes: *genótipo* e *fenótipo*.

1 Uma maneira de compreender o genótipo e o fenótipo é compará-los com a arquitetura de uma casa. A planta da casa é o genótipo e a aparência final da casa é o seu fenótipo.

Toda célula somática nucleada no nosso corpo carrega cópias dos 46 cromossomos originais, presentes quando você era um zigoto. Esses cromossomos e seus genes componentes constituem o seu **genótipo**. Em termos arquitetônicos, o genótipo é um conjunto dos desenhos, como as plantas de uma casa.

Por meio do desenvolvimento e da diferenciação, as instruções contidas no genótipo são expressas de muitas maneiras; genes específicos podem ser ativados ou inativados por interações com o ambiente. Coletivamente, o padrão de expressão gênica dentro do seu genótipo determina as características anatômicas e fisiológicas que o tornam uma pessoa única. Essas caraterísticas anatômicas e fisiológicas constituem o seu **fenótipo**. Em termos arquitetônicos, o fenótipo é a estrutura detalhada da edificação pronta.

2 A fotografia mostra o **cariótipo**, ou conjunto inteiro de cromossomos, de um homem normal. Durante a fertilização, o membro de cada um dos 23 pares de cromossomos foi trazido pelo espermatozoide e os outros pelo óvulo. Os dois membros de cada par são conhecidos como **cromossomos homólogos**. Vinte e dois desses pares se chamam **cromossomos autossômicos**. A maioria dos genes dos cromossomos autossômicos afeta as características somáticas, como a cor do cabelo e a pigmentação da pele. Os cromossomos do 23º par se chamam **cromossomos sexuais**; uma de suas funções é determinar se o indivíduo é geneticamente homem ou mulher. Os cromossomos sexuais de um homem consistem em um **cromossomo X** e um **cromossomo menor**, o **Y**, enquanto as mulheres possuem dois cromossomos X.

Nesta seção consideramos a genética básica da maneira que se aplica às características herdadas, como sexo, cor do cabelo e várias condições clínicas.

Genes e cromossomos determinam os padrões de herança

1 Os dois cromossomos homólogos em um par autossômico possuem a mesma estrutura e carregam genes que afetam as mesmas características. Os genes também estão situados em posições equivalentes em seus respectivos cromossomos. A posição de um gene em um cromossomo se chama **loco** ou *clocus*. Os dois cromossomos em um par podem portar a mesma variante ou variantes diferentes de cada gene. As diferentes variantes de um determinado gene são chamadas de **alelos**.

Se os dois cromossomos homólogos de um par carregam o mesmo alelo de um determinado gene, então temos um **homozigoto** para a característica afetada por esse gene. A variante condicionada por esse alelo, portanto, será expressa em seu fenótipo. Por exemplo, se você recebe um gene para cabelos cacheados do seu pai e um gene de cabelos cacheados de sua mãe, você será homozigoto para a característica tipo de cabelo – e você terá cabelos cacheados.

Quando você tem dois alelos diferentes para o mesmo gene, você é **heterozigoto** (*hetero*, diferente) para a característica determinada por este gene.

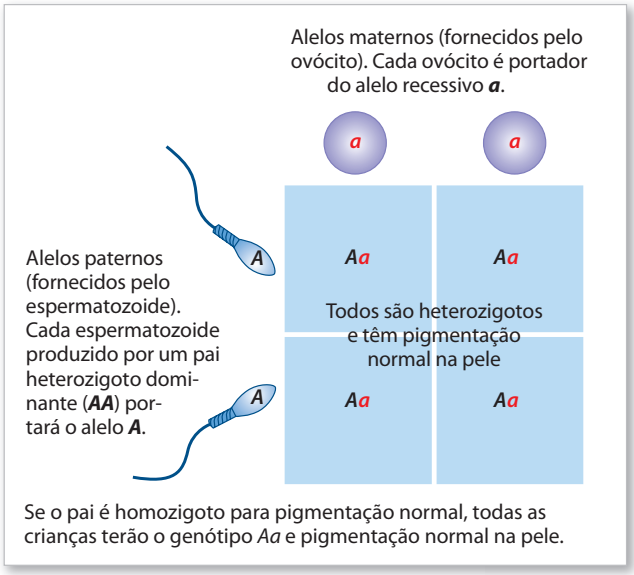
O genoma humano contém aproximadamente 23.000 genes. Desse modo, um par de autossômicos contém cerca de 1.000 pares de alelos.

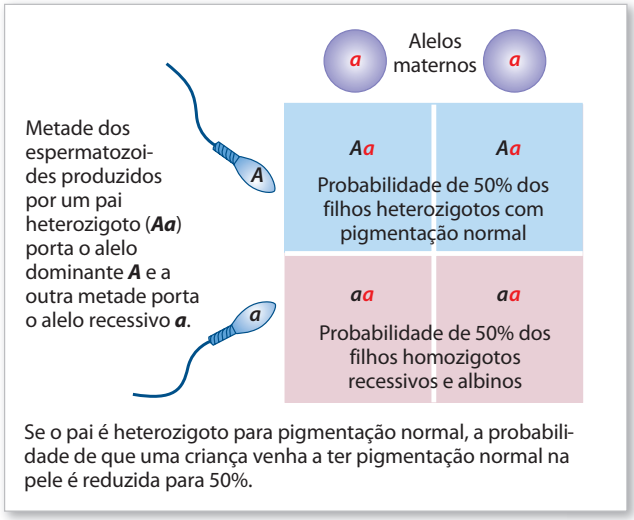
2 O fenótipo que resulta de um genótipo heterozigoto depende da natureza da interação entre os alelos correspondentes. A forma de interação mais comum entre os genes autossômicos envolve um par de alelos e se chama **herança simples**. Em um tipo de herança simples – a **dominância completa** – qualquer alelo dominante será expresso no fenótipo, independentemente de quaisquer instruções confli-tantes transportadas pelo outro alelo. Por exemplo, uma pessoa com apenas um alelo para sardas terá sardas, pois esse alelo é dominante em relação ao alelo "sem sardas". Um alelo que seja **recessivo** será expresso no fenótipo somente se esse mesmo alelo estiver presente em ambos os cromossomos de um par homólogo.

O fenótipo "cabelos ruivos" é determinado por um único par de alelos recessivos.

O fenótipo "sardas" é um exemplo de dominância completa e requer apenas um alelo para que o atributo seja expresso.

3 Por convenção, os alelos dominantes são indicados por letras maiúsculas e os alelos recessivos por letras minúsculas. Então, para determinada característica *T*, os genótipos possíveis são *TT* (homozigoto dominante), *Tt* (heterozigoto) e *tt* (homozigoto recessivo). O **quadro de Punnett,** exibido nesta figura, indica a possível descendência de uma mãe albina e um pai com pigmentação normal na pele. Como o albinismo é uma carcterística recessiva, os alelos maternos são designados *aa*. O pai tem pigmentação normal, um traço dominante, então o seu genótipo poderia ser *AA* ou *Aa*.





4 Muitas características fenotípicas são determinadas por interações entre vários genes. Essas interações constituem a **herança poligênica**. Como o fenótipo resultante depende não só da natureza dos alelos, mas de como esses alelos interagem, você não consegue prever a presença ou ausência de características fenotípicas utilizando um simples quadrado de Punnett. Um exemplo de herança poligênica é a cor castanha ou preta dos cabelos.

Revisão do Módulo 19.10

a. Conceitue homozigoto e heterozigoto.

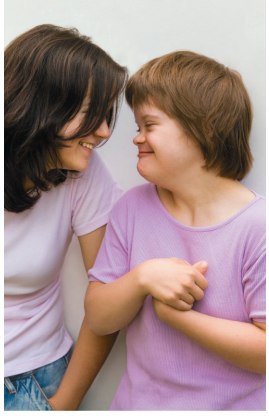
b. Qual é a diferença entre herança simples e herança poligênica?

c. A característica "cabelos cacheados" é um traço de dominância completa. Qual seria o fenótipo de uma pessoa heterozigota para essa característica?

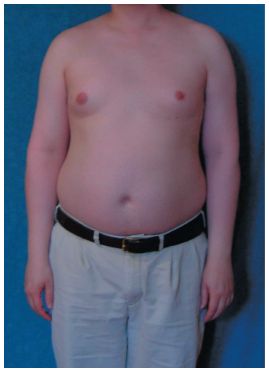
Milhares de doenças estão associadas aos cromossomos e/ou aos genes anormais

As anomalias cromossômicas podem envolver milhares de genes e, em consequência, podem ser letais. Muitas vezes o embrião ou feto morre antes do parto. No entanto, existem algumas anomalias cromossômicas autossômicas que não resultam na mortalidade pré-natal. Por outro lado, as variações na estrutura dos genes individuais são relativamente comuns. Embora mais de 99% das bases de nucleotídeos humanos sejam as mesmas em todas as pessoas, existe aproximadamente 1,4 milhão de diferenças relativas à mudança de apenas uma única base, ou **polimorfismo de nucleotídeo único (PNU)**. Alguns desses PNU não são deletérios, mas outros estão associados às doenças específicas.

1 **Trissomia do 21**, ou síndrome de Down, é a anomalia cromossômica mais comum. Os indivíduos afetados exibem déficit intelectual e malformações físicas, incluindo aparência facial característica. O grau de déficit intelectual varia de moderado a grave e os problemas anatômicos que afetam o sistema cardiovascular podem ser fatais durante a infância ou o início da vida adulta. Embora alguns indivíduos sobrevivam até a velhice moderada, muitos desenvolvem doença de Alzheimer enquanto ainda são relativamente jovens (menos de 40 anos de idade). Por motivos não totalmente esclarecidos, há correlação direta entre a idade materna e o risco de ter um filho com trissomia do 21. Na idade materna abaixo dos 25 anos, a incidência de síndrome de Down é de 1 em 2.000 partos ou 0,05%. Nas idades maternas dos 30 aos 34 anos, as chances aumentam para 1 em 900, e dos 35 aos 44 anos de idade elas vão de 1 em 290 para 1 em 46, ou mais de 2%.

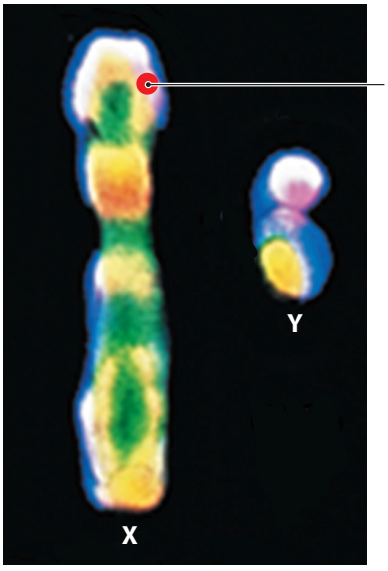


2 Na **síndrome de Klinefelter**, o indivíduo é portador do padrão XXY de cromossomos sexuais. O fenótipo é masculino, mas o cromossomo X adicional provoca a redução na produção de androgênio. Em consequência, os testículos não amadurecem e os indivíduos são estéreis, além de as mamas serem ligeiramente maiores. A incidência dessa condição entre os recém-nascidos do sexo masculino é, em média, de 1 em 750 partos.

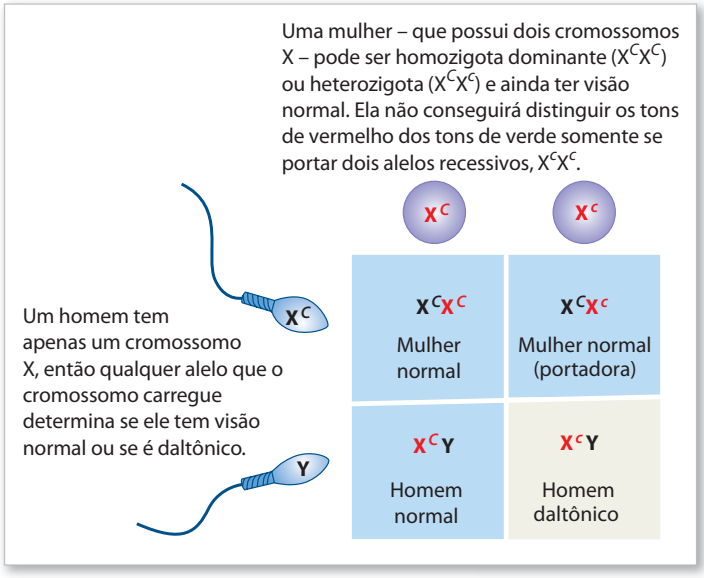


3 Os indivíduos com **síndrome de Turner** possuem apenas um cromossomo sexual feminino; seu complemento do cromossomo sexual é designado XO. Esse tipo de deleção cromossômica é conhecido como **monossomia**. A incidência dessa condição no parto tem sido estimada mundialmente em 1 a cada 2.500 nativivos do sexo feminino. A condição pode não ser reconhecida ao nascer, pois o fenótipo é de mulher normal. Mas, as mudanças associadas à maturidade não aparecem na puberdade. Os ovários não são funcionais e a produção de estrogênio ocorre em níveis muito baixos. Algumas anomalias físicas características, que costumam estar presentes, incluem a baixa estatura, orelhas com inserção rebaixada e pescoço alado.

4 O cromossomo X é muito maior do que o cromossomo Y e carrega os genes que influenciam muitas características de estruturas somáticas. Essas características são conhecidas como **ligadas ao X** (ou ligadas ao sexo), pois na maioria dos casos não existem alelos correspondentes no cromossomo Y. As características de um único alelo mais conhecidas estão associadas às doenças identificáveis ou déficits funcionais, como o daltonismo.



5 A herança do daltonismo exemplifica as diferenças entre herança ligada ao sexo e herança autossômica. Nos homens, a presença de um alelo dominante, ***C***, no cromossomo X (X^C) resulta em visão colorida normal. Um alelo recessivo, ***c***, no cromossomo X (X^c) resulta no daltonismo. Esse quadro de Punnett revela que cada filho de um pai com visão normal e uma mãe heterozigota (portadora) tem chance de 50% de ser daltônico, enquanto todas as filhas terão visão normal.



Testes realizados durante a gravidez

Teste	Procedimento	Indicação e resultados
Amniocentese	Uma agulha, inserida através da parede abdominal, entra na cavidade uterina e recolhe fluido amniótico para o diagnóstico genético; realizado na 14ª ou 15ª semana ou mais próximo do parto, caso surjam complicações	Detecta anomalias cromossômicas e defeitos congênitos, como espinha bífida; nível de hemólise no final da gravidez na eritroblastose fetal; determina a maturidade do pulmão fetal; avalia o sofrimento fetal
Análise do fluido amniótico	Cariotipagem para determinar a presença de cromossomos normais em quantidade adequada	Detecta defeitos cromossômicos como os existentes na síndrome de Down
	Presença de bilirrubina	Valores de bilirrubina mais altos podem indicar o grau de hemólise dos eritrócitos fetais pelos anticorpos Rh maternos
Alfafetoproteína (AFP)	16ª semana de gestação: 5,7-31,5 ng/ml (diminui com o aumento da idade gestacional)	Valores mais altos indicam possível defeito do tubo neural, como a espinha bífida

6 Vários exames clínicos são empregados para monitorar um feto em desenvolvimento e detectar sinais de desenvolvimento anormal.

Revisão do Módulo 19.11

a. Defina polimorfismo de nucleotídeo único.

b. Qual é o nome do transtorno caracterizado por cada um dos seguintes padrões cromossômicos: (1) XO e (2) XXY?

c. Por que as características ligadas ao X são expressas com mais frequência nos homens do que nas mulheres?

1. Atividade de associação

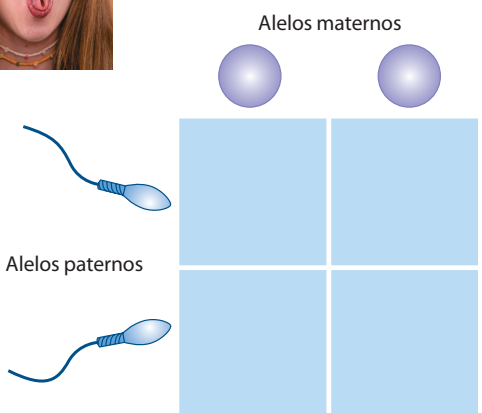
Faça a correspondência dos termos a seguir com a descrição mais adequada.

• Genótipo	**a**	_____	Características visíveis resultantes de combinações genéticas
• Heterozigoto	**b**	_____	Formas alternativas de um gene
• Loco	**c**	_____	Refere-se aos dois membros de um par de cromossomos
• Autossomos	**d**	_____	Herança do daltonismo
• Herança simples	**e**	_____	Combinação particular de genes para uma característica específica
• Homozigoto	**f**	_____	Posição do gene em um cromossomo
• Alelos	**g**	_____	Dois alelos diferentes para o mesmo gene
• Herança poligênica	**h**	_____	Estudo dos mecanismos da herança
• Homólogo	**i**	_____	Dois alelos idênticos para o mesmo gene
• Genética	**j**	_____	Interações entre alelos em vários genes
• Ligado ao X	**k**	_____	Fenótipo determinado por um único par de alelos
• Fenótipo	**l**	_____	Cromossomos que afetam as características somáticas

2. Integração de seções

Use os quadros de Punnett a seguir para responder às perguntas relativas às seguintes condições genéticas.

a A capacidade para enrolar a língua é um traço dominante (T). Explique como é possível que ambos os pais com essa capacidade tenham um filho sem essa capacidade.

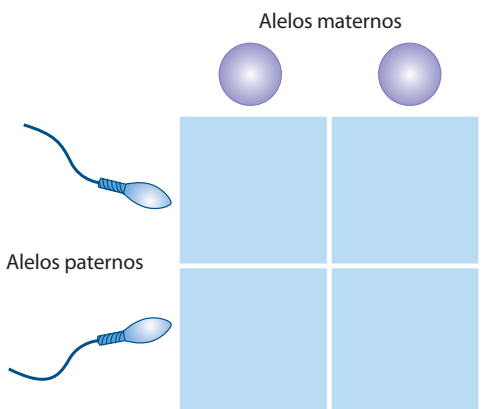


_____

_____

_____

b A acondroplasia (nanismo) é um transtorno genético autossômico que resulta de problemas com a substituição da cartilagem por osso nos braços e pernas. Suponha que pais anões tenham um filho de tamanho normal. Determine o genótipo dos pais e determine a probabilidade de um segundo filho também ter tamanho normal.



_____

_____

_____

Resumo com palavras-chave

A seguir, veja o resumo do conteúdo de cada módulo utilizando os termos na ordem indicada.

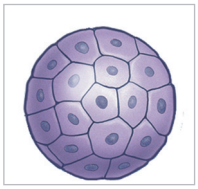
SEÇÃO 1

Visão global do desenvolvimento

- desenvolvimento
- desenvolvimento embrionário
- fertilização
- embriologia
- desenvolvimento fetal
- desenvolvimento pré-natal
- gestação
- primeiro trimestre
- segundo trimestre
- terceiro trimestre
- desenvolvimento pós-natal
- maturidade

19.1

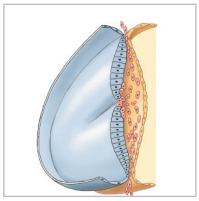
A clivagem continua até o blastocisto se implantar na parede uterina



- fertilização
- zigoto
- pré-embrião
- blastômeros
- mórula
- clivagem
- blastocisto
- blastocele
- implantação
- trofoblasto
- massa celular interna
- citotrofoblasto
- sinciciotrofoblasto
- lacunas
- vilosidades
- cavidade amniótica

19.2

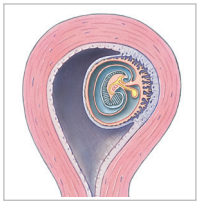
A gastrulação produz três camadas germinativas: ectoderma, endoderma e mesoderma



- âmnio
- camadas extraembrionárias
- saco vitelino
- ectoderma
- endoderma
- mesoderma
- camadas germinativas
- gastrulação
- disco embrionário
- neoplasia trofoblástica gestacional

19.3

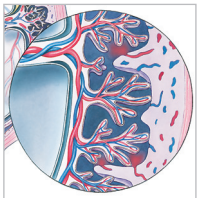
As membranas extraembrionárias formam a placenta que sustenta o crescimento e o desenvolvimento fetais



- saco vitelino
- âmnio
- líquido amniótico
- alantoide
- córion
- placenta

19.4

A placenta desempenha muitas funções vitais durante o desenvolvimento pré-natal



- artérias umbilicais
- veia umbilical
- gonadotrofina coriônica humana (hCG)
- lactogênio placentário humano (hPL)
- relaxina
- ○ progesterona
- ○ estrogênio

• = *Termos em negrito neste módulo.*

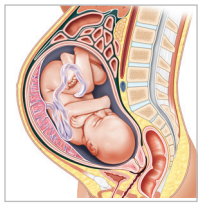
19.5

Os sistemas orgânicos são formados no primeiro trimestre e se tornam funcionais no segundo e no terceiro trimestres

- organogênese
- placa neural

19.6

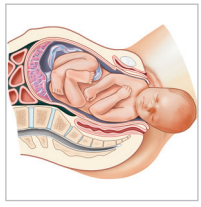
A gravidez impõe estresses anatômicos e fisiológicos aos sistemas maternos



- ○ gravidez
- ○ estresses anatômicos
- ○ estresses fisiológicos

19.7

Muitos fatores iniciam e aceleram o trabalho de parto



- falso trabalho de parto
- verdadeiro trabalho de parto
- feedback positivo
- parto
- estágio de dilatação
- estágio de expulsão
- estágio placentário
- placenta
- trabalho de parto prematuro
- parto prematuro

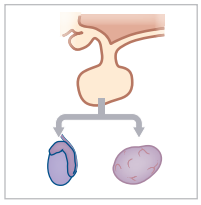
19.8

Após o parto, o desenvolvimento exige, inicialmente, a nutrição pelos sistemas maternos

- período neonatal
- reflexo de descida do leite
- colostro
- lisozima
- ○ oxitocina
- estágios de vida
- puberdade

19.9

Na puberdade, os hormônios sexuais masculinos e femininos têm efeitos diferenciados na maioria dos sistemas orgânicos



- ○ respostas à testosterona nos homens
- ○ respostas ao estrogênio nas mulheres

SEÇÃO 2

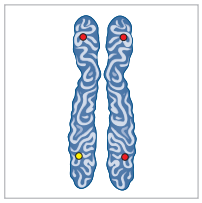
Genética e herança

- herança
- genética
- genótipo
- fenótipo
- cariótipo
- cromossomos homólogos
- cromossomos autossômicos
- cromossomos sexuais
- cromossomo X
- cromossomo Y

19.10

Genes e cromossomos determinam os padrões de herança

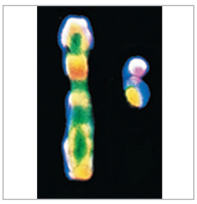
- loco
- alelos
- homozigoto
- heterozigoto
- herança simples
- dominância completa
- recessivo
- quadro de Punnett
- herança poligênica



19.11

Milhares de doenças estão associadas aos cromossomos e/ou aos genes anormais

- polimorfismos de nucleotídeo único (PNU)
- trissomia do 21
  - síndrome de Down
- síndrome de Klinefelter
- síndrome de Turner
- monossomia
- ligada ao X
  - portadora



• = *Termos em negrito neste módulo.*

CAMINHOS PROFISSIONAIS

Enfermeiro pediátrico

A PROFISSÃO

Os enfermeiros pediátricos são o elo entre o médico e o jovem paciente no hospital, acompanhando-o por todo o processo: da internação até o auxílio nos procedimentos médicos. Cabe ao profissional aprender a lidar com uma faixa ampla de idades. Afinal, as necessidades e o discernimento de uma criança de 2 anos diferem muito dos de uma de 6 ou dos de um pré-adolescente.

Os conhecimentos de Anatomia e Fisiologia permanecem primordiais ao seu trabalho, mas concentram-se nos problemas mais comuns nessa fase da vida, entre eles as alergias respiratórias e pequenos acidentes, como quedas. Na maioria das vezes, você fará a ponte entre o médico e os pais do paciente, estabelecendo uma relação de respeito e confiança.

Alguns cursos incluem, dentro do tema enfermagem pediátrica, os cuidados com o neonato, ou seja, o bebê recém-nascido. Nesse caso, também será sua tarefa auxiliar os pais durante o pós-parto, tanto nos primeiros cuidados quanto nas situações nas quais se necessite atenção especial, a exemplo dos prematuros.

Saiba mais

Conselho Federal de Enfermagem – http://novo.portalcofen.gov.br

Associação Brasileira de Enfermagem – www.abennacional.org.br

Conselho Regional de Enfermagem/SP – www.coren-sp.gov.br

Essa carreira é ideal para você? Você tem de ser um profissional muito compreensivo. Seu paciente nem sempre tem total noção da intensidade de sua doença ou do tratamento a ser ministrado. E ambos podem ser bem dolorosos à criança (e também a seus pais). Todos contarão com seu auxílio para lidar com a situação.

Formação As especializações em Enfermagem Pediátrica são, em sua grande maioria, cursos de pós-graduação lato sensu, que duram um ano. Há uma considerável gama de opções, entre universidades e fundações de todo o país que oferecem essa especialização.

Nas aulas, o cotidiano profissional é minuciosamente estudado, em situações como o tratamento de neonatos, internos em unidades de terapia intensiva e a assistência familiar. Boa parte do curso é composta por estágios supervisionados em hospitais.

Para efetuar a inscrição nos processos seletivos dos cursos, é obrigatório ser graduado em Enfermagem, bem como ter o registro no Conselho Regional de seu estado.

Remuneração média A média salarial do profissional especializado em começo de carreira gira em torno de R$ 3.000,00*. Conforme a experiência adquirida, o valor pode quadruplicar.

Perspectivas profissionais Os principais empregadores de enfermeiros pediátricos são, sem dúvida, clínicas e hospitais especializados, além das maternidades. Mas também há espaço em ambulatórios de creches e escolas, nos quais a especialização será seu diferencial.

*Número obtido por meio de consulta às vagas disponíveis no site <www.catho.com.br>, em 21/1/2014.

No setor público, há vagas em programas de saúde preventiva e na rede hospitalar. É possível ainda trabalhar em instituições que assistem crianças e adolescentes carentes e/ou com alguma doença grave, como o câncer.

Fontes consultadas:

Guia do estudante. São Paulo: Abril, 2013.

Programa do curso de Pós-Graduação em Enfermagem Pediátrica da FCMSC. Disponível em: <www.fcmscsp.edu.br/index.php/cursos-graduacao/2012-11-06-12-45-05/enfermagem-pediatrica>. Acesso em: 19 mar. 2014.

MyHealthLab

Para ter acesso ao eText do livro, planos pré e pós-estudo, exercícios adicionais, imagens 3D com atividades, glossário interativo e atividades com criação de legendas para figuras, consulte o ambiente virtual de aprendizagem MyHealthLab com a senha fornecida nas prefaciais da obra.

Capítulo 19 – Questões de revisão

1. Explique a diferença entre clivagem e divisão celular que ocorrem nas células após a clivagem.
2. Durante o trabalho de parto verdadeiro, quais mecanismos fisiológicos asseguram que as contrações uterinas continuem até a conclusão do parto?
3. Qual conjunto de cromossomos sexuais resulta em um bebê do sexo masculino? Qual hormônio precisa estar presente para estimular as características sexuais masculinas?
4. Por que ter baixa contagem de espermatozoides interferiria na capacidade de conceber uma criança?
5. A hemofilia A, uma condição na qual o sangue não coagula adequadamente, é um traço recessivo localizado no cromossomo X (X^h). Suponha que uma mulher heterozigota para esse atributo (XX^h) se relacione com um homem normal (XY). Qual é a probabi lidade de que o casal venha a ter filhas hemofílicas? Qual é a probabilidade de que o casal venha a ter filhos hemofílicos?

Para obter as respostas das questões de revisão de cada módulo e de cada seção, consulte-as na parte final do livro.

CAPÍTULO 1

Revisão do Módulo 1.1

a. Anatomia é o estudo das estruturas internas e externas do corpo; fisiologia é o estudo de como os organismos vivos desempenham as suas funções vitais.

b. A anatomia macroscópica é o estudo das estruturas do corpo que podem ser vistas a olho nu; a anatomia microscópica é o estudo das estruturas corporais que não podem ser vistas sem ampliação.

c. As estruturas das partes do corpo estão estreitamente relacionadas com as suas funções – isto é, a função segue a forma.

Revisão do Módulo 1.2

a. Todas as funções específicas são realizadas por estruturas específicas, e a ligação entre as duas está sempre presente, mas nem sempre é entendida.

b. A articulação do cotovelo move-se em um único plano, como a abertura e o fechamento de uma porta em uma dobradiça.

c. A torção na articulação do cotovelo é impedida pelos sulcos da ulna, que se acoplam à extremidade do úmero, juntamente com os ligamentos e músculos que circundam a articulação.

Revisão do Módulo 1.3

a. Órgão é uma estrutura corporal composta de dois ou mais tecidos, e que tem uma ou mais funções específicas.

b. O nível celular de organização.

c. O nível do tecido (grupo de células e produtos de células que executam uma função específica), o nível do órgão (combinação de dois ou mais tecidos), e o nível do sistema orgânicos (grupo de diferentes órgãos).

Revisão do Módulo 1.4

a. Os 11 sistemas de órgãos do corpo são tegumentar, esquelético, muscular, nervoso, endócrino, cardiovascular, linfático, respiratório, digestório, urinário e reprodutor.

b. O sistema digestório fornece nutrientes e minerais para o sistema esquelético, que por sua vez protege os tecidos e os órgãos (vísceras) do sistema digestório.

c. Uma fratura exposta poderia afetar: (1) o sistema esquelético (um osso fraturado), (2) o sistema tegumentar (rompimento da integridade da pele), (3) o sistema muscular (osso fraturado dilacerando um músculo), (4) o sistema cardiovascular (perda de sangue no local da lesão), (5) o sistema linfático (mobilização de células especializadas para proteger contra uma infecção), e (6) o sistema nervoso (dor e lesão nervosa como resultado do trauma).

Revisão da Seção 1

1. **a.** Aborde a informação de diferentes maneiras; **b.** Defina uma programação de estudo; **c.** Dedique um tempo ao estudo todos os dias; **d.** Pratique memorização; **e.** Assista a todas as aulas, sessões de laboratório e sessões de estudo; **f.** Leia as tarefas de aula e de laboratório antes de ir para a aula; **g.** Não procrastine; **h.** Procure ajuda assim que detectar dificuldade no entendimento do conteúdo.
2. Anatomia: átrio direito, miocárdio, ventrículo esquerdo, endocárdio, veia cava superior, ulna; Fisiologia: a válvula para a aorta abre-se, a válvula entre o átrio esquerdo e o ventrículo esquerdo se fecha, pressão no átrio esquerdo, eletrocardiograma, antebraço movendo-se em direção ao ombro.
3. tecido: c; célula: b; órgão: d; molécula: a; organismo: f; sistema orgânico: e.
4. **a.** sistema esquelético: apoio, proteção dos tecidos moles, armazenamento mineral; formação do sangue; **b.** sistema digestório: processamento de alimentos e absorção de nutrientes, minerais, vitaminas e água; **c.** sistema tegumentar: proteção dos riscos ambientais; controle da temperatura; **d.** sistema urinário: a eliminação do excesso de água, sais e resíduos, e controle do pH; **e.** sistema nervoso: direcionamento de resposta imediata aos estímulos, geralmente pela coordenação das atividades de outros sistemas de órgãos.

Revisão do Módulo 1.5

a. Os componentes da regulação homeostática incluem os receptores, um centro de controle, e os efetores.

b. Os sistemas de feedback negativo mantêm a homeostase (e proporcionam controle a longo prazo sobre os sistemas e condições internas do corpo) por contrariar qualquer estímulo que direcione as condições para fora de sua variação normal.

c. O feedback positivo é útil em processos como a coagulação sanguínea, que, uma vez iniciada, deve mover-se rapidamente para a conclusão. Isto é prejudicial em situações quando as condições estáveis devem ser mantidas, porque ele tende a estimular o aumento de qualquer desvio à condição desejada. Assim, o feedback positivo na regulação da temperatura do corpo poderia causar febre rapidamente, fora de controle, com sérios resultados .

Revisão da Seção 2

1. **a.** feedback positivo; **b.** regulação homeostática; **c.** homeostase; **d.** feedback negativo; **e.** feedback negativo.
2. **a.** feedback negativo; **b.** feedback positivo; **c.** feedback negativo; **d.** feedback positivo.
3. **a.** o fluxo de sangue para a pele aumenta, aumento de sudorese, a superfície corporal esfria, a temperatura cai; **b.** o fluxo de sangue para a pele diminui, ocorre tremor, o calor do corpo é conservado e a temperatura aumenta.
4. Uma razão de a temperatura corporal ter caído é porque seu corpo pode estar perdendo calor mais rápido do que está produzindo (é mais provável que isso ocorra em um dia frio). Talvez os hormônios tenham causado uma diminuição na sua taxa metabólica, então seu corpo não está produzindo tanto calor como produziria normalmente. Ou você pode ter contraído uma infecção que alterou temporariamente o ponto de ajuste do "termostato" do seu corpo. As infecções normalmente causam febre, mas algumas podem, curiosamente, causar uma diminuição da temperatura (hipotermia). Por exemplo, infecções causadas pelas bactérias gram-negativas (recebem esse nome em virtude de uma reação em um teste de coloração de gram) podem causar uma redução da temperatura corporal. Assim, dadas as circunstâncias, é provável que a referida infecção bacteriana seja a causa de sua temperatura corporal ter ficado 1,5 grau abaixo do normal.

Revisão do Módulo 1.6

a. Uma pessoa em posição anatômica está de pé, de frente para o observador, com os braços estendidos ao lado do corpo, palmas voltadas para frente e pés juntos.

b. Os médicos baseiam suas descrições em quatro quadrantes abdominopélvicos (determinados pela interseção de duas linhas perpendiculares imaginárias que se cruzam no umbigo). Os anatomistas reconhecem nove regiões abdominopélvicas.

c. Uma pessoa deitada de bruços na posição anatômica está em pronação.

Revisão do Módulo 1.7

a. O objetivo dos termos direcionais e seccionais é estabelecer uma estrutura de referência padronizada para descrever o corpo humano e suas partes.

b. Na posição anatômica, uma vista anterior de um indivíduo apresentaria a face e o abdome, por exemplo, enquanto uma vista posterior mostraria sua nuca e dorso.

c. Uma seção sagital mediana dividiria o corpo de modo a separar os dois olhos.

Revisão do Módulo 1.8

a. As cavidades do corpo (1) protegem os órgãos internos, amortecendo choques que ocorrem durante as atividades diárias e (2) permitem que órgãos dentro delas mudem de tamanho sem interromper as atividades dos órgãos adjacentes.

b. A cavidade ventral do corpo inclui a cavidade torácica (que contém as cavidades pleural e pericárdica) e a cavidade abdominopélvica (formada pelas cavidades peritoneal, abdominal e pélvica).

c. A cavidade do corpo localizada inferiormente ao diafragma é a cavidade abdominopélvica.

Revisão da Seção 3

1. **a.** superior; **b.** inferior; **c.** craniano; **d.** caudal; **e.** posterior ou dorsal; **f.** anterior ou ventral; **g.** lateral; **h.** medial; **i.** proximal; **j.** distal; **k.** proximal; **l.** distal.
2. **a.** cavidade torácica; **b.** mediastino; **c.** pulmão esquerdo; **d.** vasos sanguíneos; **e.** coração; **f.** diafragma; **g.** cavidade abdominopélvica; **h.** cavidade

peritoneal; **i.** glândulas e órgãos digestórios; **j.** cavidade pélvica; **k.** órgãos genitais.

Revisão do capítulo

1. A regulação homeostática refere-se a ajustes nos sistemas fisiológicos que são responsáveis pela manutenção da homeostase.
2. No feedback negativo, uma variação fora dos parâmetros normais desencadeia uma resposta automática que corrige a situação. No feedback positivo, o estímulo inicial produz uma resposta que exagera o estímulo.
3. O estômago (o pericárdio seria seccionado para acessar o coração).
4. A calcitonina é liberada em resposta aos elevados níveis de cálcio, acarreta diminuição nos níveis de cálcio no sangue, diminuindo assim o estímulo para a sua própria liberação.
5. Para se ter uma visão completa da superfície medial de cada metade do cérebro, é necessária a realização de um corte sagital mediano.

CAPÍTULO 2

Revisão do Módulo 2.1

a. Um elemento é uma substância pura, composta apenas de átomos e com o mesmo número atômico.

b. Os oligoelementos, encontrados em pequenas quantidades no organismo, são elementos químicos necessários para o metabolismo e crescimento normais. Alguns funcionam como cofatores, mas as funções de muitos ainda não são totalmente compreendidas.

c. O hidrogênio tem três isótopos: de hidrogênio-1, com número de massa 1; deutério, com número de massa 2; e trítio, com número de 3. A amostra mais pesada deve conter uma proporção mais elevada de um ou de ambos os isótopos mais pesados.

Revisão do Módulo 2.2

a. O número máximo de elétrons que pode ocupar as primeiras três camadas de elétrons de um átomo é de 2, 8, e 8 respectivamente.

b. Os átomos de elementos inertes são não reativos porque sua camada de elétrons mais externa contém o número máximo de elétrons possível.

c. Um cátion é formado quando um átomo perde um ou mais elétrons de sua camada de elétrons mais externa; ele tem uma carga total positiva porque contém mais prótons do que elétrons. Um ânion é formado quando um átomo ganha um ou mais elétrons na sua camada mais superficial; ele tem uma carga total negativa porque contém mais elétrons que prótons.

Revisão do Módulo 2.3

a. Os dois tipos mais comuns de ligações químicas são as ligações iônicas, que resultam da atração de átomos (íons) com cargas opostas e ligações covalentes, que resultam do compartilhamento de elétrons entre os átomos.

b. Os átomos em uma molécula de água são mantidos juntos por ligações covalentes polares, nas quais os elétrons são partilhados de forma desigual.

c. O termo molécula refere-se apenas a estruturas químicas mantidas unidas por ligações covalentes. O sal de cozinha é um composto iônico cujos componentes – íons sódio e íons cloreto – são mantidos juntos por ligações iônicas.

Revisão da Seção 1

1. **a.** 2; **b.** 4; **c.** 1; **d.** 0; **e.** 6; **f.** 12; **g.** 7; **h.** 7; **i.** 20; **j.** 20.
2. **a.** hidrogênio; **b.** hidrogênio e oxigênio; **c.** oxigênio; **d.** carbono e oxigênio.
3. **a.** íons; **b.** nêutrons; **c.** composto; **d.** número atômico; **e.** ligação de hidrogênio; **f.** ligação polar covalente; **g.** número de massa; **h.** elemento; **i.** prótons; **j.** isótopos; **k.** ligação iônica; **l.** elétrons.
4. **a.** Cada elemento é constituído por átomos contendo um número de prótons característico (número atômico). No entanto, o nível de energia externa de elementos inertes é preenchido com elétrons, enquanto o nível de energia externa dos elementos reativos não é preenchido com elétrons.
   b. Ambas as moléculas polares como as não polares são mantidas juntas por ligações covalentes. No entanto, em uma molécula polar os elétrons não são divididos em partes iguais, por isso ela carrega pequenas cargas positivas ou negativas na sua superfície; numa molécula apolar os elétrons são compartilhados de forma igual, por isso ela é eletricamente neutra.
   c. Tanto as ligações covalentes como as iônicas ligam os átomos, mas ligações covalentes implicam o compartilhamento de elétrons entre os átomos, enquanto nas ligações iônicas ocorre a atração elétrica de átomos com cargas opostas (íons).

Revisão do Módulo 2.4

a. A fórmula molecular para a glicose, um composto de 6 átomos de carbono, 12 átomos de hidrogênio e 6 átomos de oxigénio, é $C_6H_{12}O_6$.

b. Uma enzima é uma proteína que reduz a energia de ativação, que é a quantidade de energia necessária para iniciar uma reação química.

c. As enzimas promovem as reações químicas, diminuindo as demandas de energia de ativação, e possibilitando que as reações químicas aconteçam de acordo com condições compatíveis com a vida.

Revisão do Módulo 2.5

a. Três tipos de reações químicas importantes na fisiologia humana são (1) reações de decomposição, nas quais uma molécula é quebrada em fragmentos menores; (2) reações de síntese, em que moléculas pequenas são agregadas às maiores; e (3) reações de permuta, em que as partes das moléculas reagentes são embaralhadas, dando origem a novos produtos.

b. Nas reações de hidrólise a água é um reagente, enquanto nas reações de síntese de desidratação a água é um produto.

c. A fonte da energia liberada era a energia potencial armazenada nas ligações covalentes das moléculas de glicose. A energia foi liberada quando algumas das ligações covalentes foram quebradas durante esta reação de decomposição.

Revisão da Seção 2

1. **a.** H_2; **b.** 2 H; **c.** 6 H_2O; **d.** $C_{12}H_{22}O_{11}$.
2. $C_6H_{12}O6 + 6\,O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6\,H_2O$
3. **a.** reação de hidrólise; **b.** síntese de desidratação.
4. **a.** enzima; **b.** reagentes; **c.** hidrólise; **d.** endergônica; **e.** reação de troca; **f.** produtos; **g.** exergônica; **h.** energia de ativação.
5. Uma diminuição da quantidade de enzima na segunda etapa limitaria a quantidade produzida nas duas próximas etapas. Isso causaria uma diminuição na quantidade do produto final.

Revisão do Módulo 2.6

a. Os eletrólitos são moléculas inorgânicas solúveis cujos íons irão conduzir uma corrente elétrica em solução.

b. As moléculas hidrófilas são polares e apresentam afinidade com as moléculas de água, enquanto as moléculas hidrofóbicas não interagem com as moléculas de água.

c. O cloreto de sódio dissocia-se em água assim que os polos de moléculas de água ligeiramente positivos são atraídos pelos íons cloreto com carga ligeiramente negativa, e os polos negativos de moléculas de água são atraídos para os íons de sódio carregados positivamente. Os íons ficam dissolvidos em solução, porque uma camada circundante de moléculas de água, ou uma esfera de hidratação, os separa um do outro.

Revisão do Módulo 2.7

a. O pH é uma medida da concentração do íon de hidrogênio de uma solução. Na escala de pH, o 7 representa neutralidade; valores inferiores a 7 indicam soluções ácidas, e valores acima de 7 indicam soluções alcalinas (básicas).

b. Um ácido é um composto cuja dissociação em solução libera um íon de hidrogênio e um ânion; uma base é um composto cuja dissociação libera um íon hidróxido (OH-) na solução ou remove um íon de hidrogênio (H+) da solução; e um sal é um composto inorgânico que consiste de um cátion diferente de H+ e de um ânion diferente de OH-.

c. Para que o corpo mantenha a homeostase e permaneça saudável, o pH de vários fluidos corporais deve manter-se relativamente constante.

Revisão da Seção 3

1. Quatro propriedades importantes da água no corpo humano são a lubrificação (por exemplo, entre as superfícies ósseas de uma articulação), reatividade (participa de reações químicas), capacidade elevada de retenção

de calor (absorve e retém o calor) e solubilidade (é um solvente para várias substâncias).

2. **a.** alcalose; **b.** soluto; **c.** alcalino; **d.** hidrofílico; **e.** solvente; **f.** sal; **g.** tampões; **h.** ácido; **i.** hidrofóbica; **j.** água.
3. **a.** ácido; **b.** neutro; **c.** alcalino; **d.** A solução de pH 2 é 10.000 vezes mais ácida do que a solução de pH 6 – ela contém um aumento de dez mil vezes (10^4) na concentração de íons de hidrogênio (H+); **e.** Três efeitos negativos de flutuações anormais no pH são danos à célula e dano tecidual (devido a rompimentos e às ligações que ocorrerão), mudanças nas formas de proteínas e funções celulares alteradas.
4. O sal de mesa dissocia-se ou se dissolve em água pura, mas, desde que ele não libere íons de hidrogênio (H+) ou íons (OH-), não ocorrerá nenhuma variação do pH.

Revisão do Módulo 2.8

a. As três classes estruturais de carboidratos são os monossacarídeos (glicose), dissacarídeos (sacarose) e os polissacarídeos (amido).

b. A relação C:H:O de carboidrato é 1:2:1. Os carboidratos são usados principalmente como fonte de energia para o corpo.

c. As células musculares fazem (sintetizam) glicogênio, ligando numerosas moléculas de glicose através de uma série de reações de síntese de desidratação.

Revisão do Módulo 2.9

a. Os lipídios são um grupo diverso de compostos orgânicos insolúveis em água e que contêm carbono, hidrogênio e oxigênio numa proporção diferente de 1:2:1 (eles contêm menos oxigênio do que os carboidratos). Exemplos são os ácidos graxos, as gorduras (triglicérides), os esteroides, os fosfolipídios e os glicolipídios.

b. Todos os ácidos graxos são constituídos por uma cadeia de carboidrato e um grupo carboxila. Nos ácidos graxos saturados, cada átomo de carbono na cadeia possui quatro ligações covalentes simples que ligam o número máximo de átomos de hidrogênio possível. Nos ácidos graxos insaturados, um ou mais dos átomos de carbono da cadeia têm ligações duplas covalentes, de forma que menos átomos de hidrogênio estão ligados a eles.

c. Na hidrólise de um triglicerídeo, os reagentes são um triglicerídeo e três moléculas de água; e os produtos são uma molécula de glicerol e três ácidos graxos.

Revisão do Módulo 2.10

a. O colesterol é um componente das membranas plasmáticas e é importante para o crescimento e a divisão celular.

b. Os esteroides funcionam como componentes das membranas celulares (colesterol) e hormônios sexuais (testosterona e estrógenos); os fosfolipídios e os glicolipídios são componentes estruturais importantes das membranas celulares.

c. Quando os fosfolipídios e os glicolipídios formam uma micela, as caudas hidrofóbicas de ambas as moléculas formam um aglomerado no seu interior, e suas cabeças hidrofílicas ficam do lado de fora.

Revisão do Módulo 2.11

a. As proteínas são compostos orgânicos formados a partir de aminoácidos que contêm um átomo de carbono central, um átomo de hidrogênio, um grupo amino ($-NH_2$), um grupo carboxilo (–COOH) e um grupo variável conhecido como Grupo R ou cadeia lateral.

b. Durante a síntese de desidratação de dois aminoácidos, uma ligação peptídica une o grupo amino de um aminoácido com o grupo carboxila de outro aminoácido.

c. O calor da ebulição quebra as ligações que mantêm a estrutura terciária da proteína, a estrutura quaternária, ou ambas. A mudança resultante na forma afeta a capacidade de a molécula de proteína realizar suas funções biológicas normais. Essas mudanças são conhecidas como desnaturação.

Revisão do Módulo 2.12

a. O sítio ativo é a local de uma enzima onde ocorrem as ligações com o substrato.

b. Os reagentes de uma reação enzimática são chamados de substratos.

c. A especificidade de uma enzima resulta da forma única de seu sítio ativo, que permite a ligação de apenas um substrato com uma forma complementar específica.

Revisão do Módulo 2.13

a. As células obtêm energia na quebra das ligações de alta energia de compostos como o ATP.

b. O ATP (adenosina trifosfato) é um composto que consiste de adenosina, ao qual três grupos fosfatos estão ligados; as ligações de alta energia anexam o segundo e o terceiro fosfatos.

c. O monofosfato de adenosina (AMP) é um nucleotídeo constituído de adenosina, além de um grupo fosfato (PO_4^{3-}), e o difosfato de adenosina (ADP) é um composto consistindo de adenosina com dois grupos fosfato anexados. Adicionar um grupo fosfato ao AMP cria o ADP. Quebrar uma ligação de fosfato de ATP, para formar um ADP, gera a principal fonte de energia para os processos fisiológicos.

Revisão do Módulo 2.14

a. Os ácidos nucleicos são grandes moléculas orgânicas compostas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e fósforo, que regulam a síntese de proteínas e compõem o material genético nas células.

b. As cadeias complementares de DNA são mantidas juntas por meio de pareamento de bases complementares entre adenina e timina, e entre guanina e citosina.

c. O ácido nucleico RNA (ácido ribonucleico) contém o açúcar, a ribose. O ácido nucleico DNA (ácido desoxirribonucleico) contém o açúcar, a desoxirribose; ambos contêm bases nitrogenadas e grupos fosfato.

Revisão da Seção 4

1. **a.** glicogênio; **b.** sacarose; **c.** poli-insaturado; **d.** sítio ativo; **e.** glicerol; **f.** colesterol; **g.** ATP; **h.** RNA; **i.** ligação peptídica; **j.** nucleotídeos; **k.** monossacarídeos.
2. **a.** polissacarídeo, poli-insaturado, polipeptídico; **b.** triglicérides; **c.** dissacarídeo, diglicerídeo, dipeptídeo; **d.** glicogênio, glicolipídios.
3. **a.** carboidratos; **b.** polissacarídeos; **c.** dissacarídeos; **d.** monossacarídeos; **e.** lipidíos; **f.** ácidos graxos; **g.** glicerol; **h.** proteínas; **i.** aminoácidos; **j.** ácidos nucleicos; **k.** RNA; **l.** ADN; **m.** nucleotídeos; **n.** ATP; **o.** grupo fosfato.

Revisão do capítulo

1. Os íons podem ser maiores ou menores do que os seus átomos porque a força elétrica total entre os prótons e os elétrons não é igual. A perda de um elétron reduziria o tamanho de um íon sódio, porque o núcleo tem agora uma maior carga global positiva (mais prótons com carga positiva) atraindo menos elétrons carregados negativamente. Um ganho de um elétron aumentaria o tamanho de um íon cloreto, porque os prótons no núcleo não podem segurar o aumento do número de elétrons tão firmemente quanto em um átomo neutro.
2. Se uma pessoa exala grande quantidades de CO_2, o equilíbrio se deslocará para a esquerda e o nível de H+ no sangue irá diminuir. A diminuição na quantidade de H+ irá fazer com que o pH aumente.
3. Um ácido nucleico. Carboidratos e lipídios não contêm o elemento hidrogênio. Embora tanto as proteínas como os ácidos nucleicos contenham nitrogênio, apenas os ácidos nucleicos contêm fósforo.

CAPÍTULO 3

Revisão do Módulo 3.1

a. O citoplasma é o material entre a membrana plasmática e a membrana nuclear; citosol é a o fluido aquoso que preenche o citoplasma; o citoesqueleto fornece força e apoio e permite o movimento das estruturas celulares e substâncias citoplasmáticas.

b. As organelas membranosas (e suas funções) incluem o retículo endoplasmático (síntese e transporte de produtos de secreção, e o armazenamento intracelular); o retículo endoplasmático rugoso (modificação e empacotamento de proteínas recém-sintetizadas); o retículo endoplasmático liso (síntese de lipídios e de esteroides); aparelho de Golgi (modificação e empacotamento de proteínas e síntese de carboidratos); lisossomos (digestão intracelular); mitocôndrias (produção de 95% do ATP usado pela célula), e peroxissomos (quebra de compostos orgânicos e neutralização de compostos tóxicos).

c. As organelas não membranosas (e suas funções) incluem o citoesqueleto (fortalece e sustenta

a célula; movimenta estruturas e substâncias celulares); os centríolos (envolvidos no desenvolvimento das fibras do fuso durante a divisão celular); os cílios (batem ritmicamente para ajudar no movimento de fluido); e os ribossomos (local da síntese de proteínas).

Revisão do Módulo 3.2

a. As funções gerais da membrana plasmática incluem o isolamento físico da célula em relação ao ambiente, a regulação da troca com o ambiente, a sensibilidade ao ambiente e o apoio estrutural à célula.

b. A bicamada de fosfolipídio da membrana plasmática é a principal responsável por isolar uma célula do seu ambiente externo.

c. Os cílios impulsionam substâncias presas em muco pelas superfícies celulares.

Revisão do Módulo 3.3

a. Proteínas recentemente sintetizadas de ribossomos livres entram no citosol; as proteínas dos ribossomos fixos entram no RER.

b. O retículo endoplasmático é uma rede de membranas intracelulares ligadas ao envelope nuclear. As membranas do RE rugoso formam cisternas em camadas associadas a ribossomos. O RE liso é livre de ribossomos, e suas cisternas são tubulares. A mitocôndria é formada por uma membrana dupla; a membrana exterior circunda a organela, enquanto a membrana interior contém dobras chamadas cristas delimita uma matriz fluida, repleta de enzima.

c. As mitocôndrias produzem energia sob a forma de moléculas de ATP para a célula. Um grande número de mitocôndrias em uma célula indica uma demanda alta de energia.

Revisão do Módulo 3.4

a. O complexo de Golgi (1) modifica e embala as secreções celulares, como os hormônios ou enzimas, (2) renova ou modifica a membrana plasmática e (3) matura e empacota enzimas especiais dentro dos lisossomos para digestão intracelular.

b. Os lisossomos contêm enzimas digestivas.

c. Os lisossomos podem (1) digerir outras organelas intracelulares para aumentar a reciclagem e o fluxo da membrana; (2) fundir-se com outras vesículas contendo substâncias particuladas ou em suspensão do ambiente externo para obter nutrientes ou digerir patógenos; e (3) quebrar e liberar suas enzimas digestórias do ambiente, resultando na destruição da célula (autólise).

Revisão do Módulo 3.5

a. O DNA nos núcleos armazena as instruções celulares para sintetizar proteínas.

b. O núcleo é uma estrutura celular que contém DNA, RNA e proteínas, delimitado pelo envelope nuclear de membrana dupla; o espaço dentro dessa membrana dupla é o espaço ou cisterna perinuclear. Os poros nucleares permitem comunicação entre o núcleo e o citosol.

c. Os núcleos de células somáticas humanas típicas contêm 23 pares de cromossomos.

Revisão do Módulo 3.6

a. Os três tipos de RNA envolvidos na síntese de proteínas são o RNA ribossômico (RNAr), o RNA mensageiro (RNAm) e o RNA de transferência (RNAt).

b. Um gene é uma porção da cadeia de DNA que funciona como uma unidade hereditária com informação para a síntese de uma proteína específica.

c. A tradução é o processo de síntese de uma proteína, utilizando os dados fornecidos pela sequência de códons ao longo de uma cadeia de RNAm.

Revisão do Módulo 3.7

a. Interfase é a parte do ciclo de vida de uma célula durante a qual os cromossomos estão descondensados e todas as funções celulares normais estão em andamento, exceto a mitose.

b. Uma enzima importante para a replicação do DNA é a DNA polimerase.

c. A apoptose é a morte programada das células controlada geneticamente.

Revisão do Módulo 3.8

a. A mitose é a divisão do núcleo da célula em duas células-filhas idênticas, um passo importante na divisão celular. Seus quatro estágios são a prófase, a metáfase, a anáfase e a telófase.

b. A cromátide é uma das cópias de um cromossomo duplicado. As células humanas normalmente contêm 23 pares de cromossomos, de forma que durante a mitose uma célula humana conteria 92 cromátides.

c. A aparência de uma célula que concluiu a mitose, mas não a citocinese, seria a de uma célula com dois conjuntos de cromossomos.

Revisão do Módulo 3.9

a. O câncer é uma doença caracterizada por mutações que interrompem os mecanismos normais de controle das divisões das células e produzem células malignas.

b. Um tumor é uma massa ou inchaço produzido pelo crescimento e divisão anormal das células. Um tumor benigno é um tumor no qual as células não são cancerígenas e, normalmente, permanecem no mesmo lugar. Um tumor maligno é um câncer que se espalha a partir de seu local de origem para outro em um processo chamado de metástase. A metástase leva à formação de tumores secundários.

c. O câncer é perigoso porque as células crescem e se multiplicam à custa de células saudáveis. Quando as células cancerígenas matam as células saudáveis, ou as substituem, comprimindo os órgãos vitais ou privando os tecidos normais de nutrientes essenciais, a doença pode ser fatal e resultar em morte.

Revisão da Seção 1

1. a. microvilosidades: aumento da área de superfície para facilitar a absorção de substâncias extracelulares; **b.** aparelho de Golgi: armazenamento, modificação e empacotamento de proteínas recém-sintetizadas; **c.** lisossomo: digestão intracelular; **d.** mitocôndria: produção de 95% do ATP requerido pela célula; **e.** peroxissomos: neutralização de compostos tóxicos; **f.** núcleo: controle do metabolismo, armazenamento e processamento de informação genética e controle de síntese de proteínas; **g.** retículo endoplasmático: síntese de secreção de produtos, armazenamento e transporte intracelular; **h.** ribossomos: local da síntese de proteína; **i.** citoesqueleto: fornece força e apoio, permite o movimento de substâncias e estruturas intracelulares.

2. a. cromossomos; **b.** timina; **c.** envelope nuclear; **d.** uracila; **e.** nucléolo; **f.** poro nuclear; **g.** transcrição; **h.** gene; **i.** RNAm; **j.** RNAt; **k.** informação genética.

3. O núcleo contém informação para sintetizar as proteínas na sequência do nucleotídeo do seu DNA. Mudanças no fluido extracelular podem afetar células por meio da ligação de moléculas aos receptores da membrana plasmática ou por meio da difusão de moléculas através da membrana. Tais estímulos podem resultar em alterações da atividade genética no núcleo. Essas alterações podem alterar processos bioquímicos e vias metabólicas através da síntese de enzimas adicionais, de menos enzimas ou de enzimas diferentes. Atividades genéticas alteradas podem também mudar a estrutura física da célula pela síntese de proteínas estruturais adicionais, ou ainda diferentes.

Revisão do Módulo 3.10

a. Difusão é o movimento passivo de moléculas de uma área de maior concentração para uma área de menor concentração, até que o equilíbrio seja atingido.

b. Fatores que influenciam a difusão incluem a distância, o tamanho da molécula, a solubilidade lipídica e o gradiente de concentração.

c. A difusão é acionada por um gradiente de concentração. Quanto maior o gradiente de concentração, mais rápida a taxa de difusão; quanto menor o gradiente de concentração, mais lenta a taxa de difusão. Se a concentração de oxigênio nos pulmões estivesse prestes a diminuir, o gradiente de concentração entre o oxigênio nos pulmões e o oxigênio no sangue diminuiria (desde que o nível de oxigênio do sangue permanecesse constante). Assim, o oxigênio se difundiria mais lentamente no sangue.

Revisão do Módulo 3.11

a. Tanto na difusão facilitada quanto no transporte ativo, uma proteína transportadora carrega substâncias através da membrana plasmática.

b. A exocitose é a liberação de substâncias citoplasmáticas pela fusão de uma vesícula membranosa com a membrana plasmática.

c. A inclusão de bactérias e seu movimento para dentro da célula são chamados de fagocitose.

Revisão da Seção 2

1. **a.** difusão; **b.** difusão facilitada; **c.** tamanho molecular; **d.** difusão de água; **e.** transporte ativo; **f.** substâncias específicas; **g.** transporte vesicular; **h.** exocitose; **i.** pinocitose; **j.** "alimento da célula".
2. **a.** difusão; **b.** difusão; **c.** nenhuma; **d.** difusão; **e.** osmose; **f.** osmose.

Revisão do Módulo 3.12

a. Histologia é o estudo dos tecidos.

b. Os quatro tipos de tecido primário que formam todas as estruturas corporais são o epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso.

c. O tecido epitelial reveste as superfícies externas e internas do organismo e produz secreções; o tecido conjuntivo preenche os espaços internos, fornece suporte e armazena energia; o tecido muscular é especializado em contração e produz movimento, e o tecido nervoso transmite informação.

Revisão do Módulo 3.13

a. O tecido epitelial fornece proteção física, controla a permeabilidade, proporciona sensações e produz secreções especializadas.

b. As três formas características das células epiteliais são: pavimentosa (plana), cúbica (em forma de cubo) e colunar (altas e retangulares). Uma única camada de células epiteliais é um epitélio simples, enquanto várias camadas de células epiteliais formam um epitélio estratificado.

c. A presença de muitos cílios sobre a superfície livre das células epiteliais indica que as substâncias são movidas ao longo da superfície do epitélio.

Revisão do Módulo 3.14

a. As junções intercelulares epiteliais incluem junções de oclusão, junções comunicantes e desmossomos.

b. Os tecidos epiteliais dependem de vasos sanguíneos dos tecidos subjacentes para o abastecimento dos nutrientes necessários.

c. As junções comunicantes ajudam a coordenar o funcionamento entre células adjacentes, permitindo que as moléculas pequenas e íons passem de célula para célula. Nas células epiteliais, as junções comunicantes ajudam a coordenar funções como o bater dos cílios. No tecido muscular cardíaco eles são essenciais para as contrações coordenadas das células musculares.

Revisão do Módulo 3.15

a. O epitélio queratinizado tanto é resistente ao atrito (tem força mecânica) como resistente à água.

b. Todos estes locais estão sujeitos a tensões mecânicas e abrasão – por alimentos (faringe e esôfago), por fezes (ânus), ou durante relação sexual ou parto (vagina).

c. Não. Um epitélio simples pavimentoso fornece pouca proteção contra infecção, abrasão ou desidratação para funcionar de forma eficaz na superfície da pele.

Revisão do Módulo 3.16

a. O epitélio que reveste a bexiga urinária e muda em aparência durante o alongamento é um epitélio transicional ou de transição. À medida que a bexiga distende-se ao encher-se de urina, o epitélio parece achatado.

b. Numa vista em corte, as células epiteliais cúbicas são quadradas e têm núcleos centrais, e a distância entre os núcleos adjacentes é aproximadamente igual à altura do epitélio.

c. Os epitélios estratificados cúbicos estão associados com os ductos das glândulas sudoríferas, das glândulas mamárias e de outras glândulas exócrinas.

Revisão do Módulo 3.17

a. Numa vista em corte, as células do epitélio simples colunar parecem retângulos finos e altos, contendo núcleos alongados e elípticos. A altura da célula é várias vezes a distância entre os núcleos adjacentes.

b. O epitélio pseudoestratificado colunar não é verdadeiramente estratificado – embora os seus núcleos o façam parecer que seja – em virtude de todas as suas células epiteliais estarem em contato com a membrana basal.

c. O epitélio colunar que reveste o intestino normalmente apresenta microvilosidades na sua superfície apical.

Revisão do Módulo 3.18

a. Os dois tipos principais de glândulas são as glândulas endócrinas e glândulas exócrinas.

b. A secreção apócrina envolve a perda de citoplasma, bem como de produtos de secreção.

c. Na secreção holócrina, as células secretoras são preenchidas com secreções e, em seguida, são liberadas juntamente com seu conteúdo.

Revisão do Módulo 3.19

a. As células encontradas no tecido areolar são os melanócitos, os macrófagos fixos, os mastócitos, os fibroblastos, os adipócitos (células de gordura), os plasmócitos, os macrófagos livres, as células-tronco, os glóbulos brancos fagocitários e os linfócitos.

b. A deficiência de vitamina C iria prejudicar a produção de fibras de colágeno, que adicionam força ao tecido conjuntivo. A deficiência resultaria em um tecido fraco, sujeito a danos.

c. Os três tipos de fibras de proteína no tecido conjuntivo são fibras de colágeno, fibras elásticas e fibras reticulares. As fibras de colágeno são espessas e fortes, resistentes ao alongamento; as fibras elásticas são delgadas, podendo alongar-se e retornar ao seu comprimento original após o alongamento; e as fibras reticulares são fibras fortes que formam uma rede anastomosada.

Revisão do Módulo 3.20

a. Os quatro tipos de membranas encontradas no corpo são as membranas sinovial, membrana mucosa, membrana serosa e a membrana cutânea.

b. As cavidades do corpo revestidas pelas membranas serosas são a cavidade pleural, a peritoneal e a cavidade pericárdica.

c. O fluido sinovial lubrifica as cavidades das articulações e fornece oxigênio e nutrientes para as células das cartilagens.

Revisão do Módulo 3.21

a. As células de cartilagens maduras são denominadas condrócitos.

b. As fibras características da cartilagem que apoia a orelha são fibras elásticas.

c. O tipo de cartilagem danificada em um disco intervertebral saliente é uma fibrocartilagem.

Revisão do Módulo 3.22

a. As células ósseas maduras das lacunas são chamadas de osteócitos.

b. Os dois tipos de osso são o osso compacto e o osso esponjoso.

c. O exercício fortalece o osso porque ele faz com que os ossos cresçam mais espessos pela ação da tração muscular.

Revisão do Módulo 3.23

a. Os três tipos de tecido muscular do corpo são o tecido estriado esquelético, o tecido estriado cardíaco e o tecido muscular liso.

b. O tecido muscular que tem células pequenas fusiformes, uninucleadas, sem estrias aparentes, é o tecido muscular liso.

c. Essas células provavelmente são os neurônios.

Revisão do Módulo 3.24

a. Os dois processos em resposta à lesão tecidual são a inflamação e a regeneração.

b. A inflamação produz inchaço (edema), vermelhidão, calor e dor.

c. A inflamação pode ocorrer em qualquer órgão do corpo, porque todos os órgãos têm tecidos conjuntivos.

Revisão da Seção 3

1. **a.** estriado cardíaco; **b.** liso; **c.** sem estrias; **d.** multinucleados.
2. **a.** pericôndrio, periósteo, peritônio, pericárdio; **b.** ósseo, osteócito, periósteo, osteon; **c.** condrócitos, pericôndrio; **d.** lacunas; **e.** fibrocartilagem; **f.** adipócitos; **g.** membrana sinovial; **h.** membrana cutânea; **i.** axônio; **j.** disco intercalado; **k.** neuróglia; **l.** tecido muscular estriado esquelético; **m.** tecido muscular liso; **n.** regeneração; **o.** inflamação.
3. O aumento do fluxo sanguíneo e a permeabilidade dos vasos sanguíneos aumentam o fornecimento de oxigênio e de nutrientes e a migração de fagócitos adicionais para dentro da área, e a remoção de toxinas e de resíduos para fora da área.

Resumo do capítulo

1. A solução A deve ter inicialmente mais solutos que a solução B. Como resultado, a água deslocou-se por osmose do lado B para o lado A através da membrana seletivamente permeável, aumentando o nível do fluido do lado A.
2. O isolamento dos conteúdos internos das organelas acopla-

das às membranas permite que eles produzam ou armazenem secreções, enzimas, ou toxinas que podem adversamente afetar o citoplasma em geral. Outro benefício é o aumento da eficiência de se ter sistemas de enzimas especializados concentrados em um só lugar. Como exemplo, a concentração na mitocôndria de enzimas necessárias para a produção de energia aumenta a eficiência da respiração celular.

3. As junções de oclusão bloqueiam a passagem de água ou solutos entre as células. No sistema digestório, essas junções mantêm enzimas, ácidos e resíduos de produtos em contato apenas com a região apical das células epiteliais.
4. Como as secreções apócrinas são liberadas pela compressão de uma porção da célula secretora, você pode testar se há a presença das membranas plasmáticas juntamente com o produto de secreção, especificamente os fosfolipídios das membranas plasmáticas.
5. O tecido muscular estriado esquelético é composto por fibras densamente dispostas na mesma direção, multinucleadas, cilíndricas e muito longas e ricas em mitocôndrias. O tecido muscular estriado esquelético também apresenta um padrão evidente de faixas ou estrias transversais, devido à disposição da actina e dos filamentos de miosina no interior da célula. O aluno provavelmente está olhando uma lâmina com um corte histológico de um tendão (tecido conjuntivo denso). Os núcleos menores seriam de fibroblastos.

CAPÍTULO 4

Revisão do Módulo 4.1

a. As camadas da epiderme são a camada basal, a camada espinhosa, a camada granulosa, a camada lúcida e a camada córnea.

b. A caspa é constituída de células da camada córnea.

c. Uma farpa que penetra na terceira camada epidérmica da palma da mão fica alojada no camada granulosa.

Revisão do Módulo 4.2

a. Os dois pigmentos na epiderme são o caroteno (um pigmento amarelo-alaranjado) e a melanina (um pigmento marrom, marrom-amarelado ou preto).

b. A exposição à luz solar ou lâmpadas bronzeadoras escurece a pele porque a radiação ultravioleta emitida estimula os melanócitos na epiderme e na derme a sintetizar o pigmento melanina.

c. Do de maior risco para o de menor risco, as classificações do câncer de pele são: (1) melanoma maligno, (2) carcinoma de células escamosas, e (3) carcinoma basocelular.

Revisão do Módulo 4.3

a. A derme (uma camada de tecido conjuntivo) situa-se entre a epiderme e a hipoderme.

b. Os capilares e neurônios sensitivos que suprem a epiderme estão localizados na camada papilar da derme.

c. A presença de fibras elásticas permite que a derme seja submetida a ciclos repetidos de distensão e reenovelamento (voltando a sua forma original).

Revisão do Módulo 4.4

a. Uma fonte são as células da epiderme da camada basal e camada espinhosa, que sintetizam a vitamina D_3 quando estimuladas pela radiação ultravioleta (UV). A vitamina D_3 pode também ser obtida através dos alimentos.

b. Na presença da radiação ultravioleta da luz solar, as células epidérmicas da camada espinhosa e camada basal convertem um esteroide relacionado ao colesterol em vitamina D_3.

c. A vitamina D_3 é necessária para a formação de ossos e dentes fortes. Quando a superfície do corpo está coberta, a radiação ultravioleta não pode alcançar a pele para estimular a produção de vitamina D_3, o que pode levar ao desenvolvimento de ossos frágeis.

Revisão da Seção 1

1. **a.** derme: a camada de tecido conjuntivo abaixo da epiderme; **b.** epiderme: o epitélio de proteção que cobre a superfície da pele; **c.** camada papilar: tecido conjuntivo areolar vascularizado que contém capilares, vasos linfáticos e neurônios sensitivos que suprem a superfície da pele; **d.** camada reticular: malha entrelaçada de tecido conjuntivo irregular contendo fibras de colágeno e fibras elásticas; **e.** hipoderme (camada subcutânea): camada de tecido adiposo, abaixo da derme.
2. **a.** estruturas anexas; **b.** epiderme; **c.** granulosa; **d.** camada papilar; **e.** nervos; **f.** camada reticular; **g.** colágeno; **h.** hipoderme; **i.** conjuntivo frouxo; **j.** gordura.
3. **a.** Os dedos das mãos (e dos pés) edemaciam em virtude do fluxo osmótico hipotônico de água para dentro das células queratinizadas mortas da camada externa da epiderme, a camada córnea. Como a camada subjacente e a derme não se expandem, a área de maior superfície da camada córnea edemaciada deve se expandir para algum lugar, por isso ela forma dobras e vincos, ou rugas. Outras áreas do corpo carecem de um camada córnea espessa, por isso há uma ocorrência menor de edema e de rugas. **b.** As células epidérmicas da camada basal e camada espinhosa convertem um esteroide relacionado ao colesterol em vitamina D_3, na presença de radiação UV. A vitamina entra nos capilares da derme e é transportada até o fígado. Esse órgão, por sua vez, fabrica um produto intermediário que é liberado e levado para os rins. Os rins convertem esse produto intermédio no hormônio calcitriol. Esse hormônio estimula a absorção intestinal de cálcio e fosfato, que ficam disponíveis para atuar no crescimento ósseo e na sua manutenção.

Revisão do Módulo 4.5

a. Um pelo típico é uma haste de queratina produzida por células basais no interior de um folículo piloso.

b. Quando um músculo eretor do pelo contrai, ele puxa o folículo piloso para uma posição ereta, pressionando a área na base do pelo, fazendo com que a pele circundante pareça mais alta. O efeito resultante é conhecido como "arrepios" ou "pele de galinha".

c. O efeito de se puxar o pelo é doloroso porque sua raiz está presa profundamente no folículo piloso, cuja base é circundada por um plexo capilar formado por nervos sensitivos. O corte do pelo é indolor porque a haste do pelo não contém nervos sensitivos.

Revisão do Módulo 4.6

a. Dois tipos de glândulas exócrinas encontradas na pele são as glândulas sebáceas (de óleo) e as glândulas sudoríferas.

b. As secreções sebáceas (sebo) lubrificam e protegem a queratina da haste do pelo, lubrificam e condicionam a pele circundante, e inibem o crescimento de bactérias.

c. Os desodorantes são utilizados para mascarar o odor das secreções das glândulas sudoríferas apócrinas, que contêm vários tipos de compostos orgânicos. Alguns desses compostos têm um odor, ou têm o potencial para produzir um odor quando metabolizados por bactérias da pele.

Revisão do Módulo 4.7

a. O leito ungueal é a área da epiderme coberta pela unha, ou pela placa ungueal.

b. Unha é uma estrutura de queratina produzida por células epiteliais da raiz da unha e protege as extremidades dos dedos. As estruturas da unha incluem uma extremidade distal livre, a lúnula, uma prega ungueal proximal, a cutícula, a raiz da unha e a placa ungueal.

c. A produção da unha ocorre na raiz da unha, uma prega da epiderme que não é visível a partir da superfície.

Revisão do Módulo 4.8

a. Efeitos comuns do processo de envelhecimento na pele incluem o afinamento epidérmico, em virtude de um declínio na atividade das células basais; diminuição no número de melanócitos; redução na secreção das glândulas sebáceas; declínio no número de células dendríticas; redução na produção de vitamina D_3; declínio na atividade glandular; redução do fluxo sanguíneo para a derme; parada funcional do folículo capilar e desaceleração no taxa de renovação da pele.

b. Com o avanço da idade, a atividade dos melanócitos diminui, fazendo com que os pelos tornem-se cinzas ou brancos.

c. À medida que envelhecemos, diminui o fornecimento de sangue para a derme, e as glândulas sudoríferas merócrinas tornam-se menos ativas. Ambas as mudanças fazem com que, à medida que envelhecemos, seja mais difícil diminuir a temperatura corpórea num dia de calor.

Revisão do Módulo 4.9

a. O primeiro passo no reparo tecidual é a inflamação.

b. O tecido de granulação é a combinação de coágulos sanguíneos, fibroblastos e a extensa rede de capilares no tecido da cicatrização.

c. A pele pode se regenerar efetivamente mesmo depois de sofrer danos consideráveis, porque as células-tronco persistem tanto nos componentes dos tecidos conjuntivos como nos tecidos epiteliais da pele. Como resposta à lesão, as células da camada basal substituem as células epiteliais, enquanto as células-tronco do tecido conjuntivo substituem as células dérmicas perdidas.

Revisão da Seção 2

1. **a.** glândulas sudoríferas merócrinas; **b.** raiz da unha; **c.** glândulas sudoríferas apócrinas; **d.** crosta; **e.** camada reticular da derme; **f.** pele enrugada; **g.** sebo; **h.** melanona maligno; **i.** eretor do pelo; **j.** cutícula.
2. **a.** borda livre; **b.** placa ungueal; **c.** lúnula; **d.** prega ungueal proximal; **e.** cutícula; **f.** cutícula; **g.** prega ungueal proximal; **h.** raiz da unha; **i.** lúnula; **j.** placa ungueal; **k.** falange; **l.** derme; **m.** epiderme.
3. **a.** haste do pelo; **b.** glândula sebácea; **c.** músculo eretor do pelo; **d.** bainha de tecido conjuntivo do folículo piloso; **e.** plexo da raiz do pelo.
4. O que pisou em um prego tem uma maior probabilidade de ser infectado do que o paciente que se cortou com a faca, porque o corte da faca vai sangrar livremente, removendo muitas das bactérias do local da ferida. Em um ferimento perfurante, as bactérias podem ser empurradas da superfície da pele, para onde o oxigênio é limitado e além das barreiras de proteção da pele, aumentando assim a possibilidade de infecção.

Resumo do capítulo

1. A derme consiste da (1) camada papilar, que consiste de tecido conjuntivo frouxo e contém capilares, vasos linfáticos, neurônios sensitivos e de (2) uma camada reticular, que consiste de tecido conjuntivo denso com feixes de colágeno e fibras elásticas. Ambas as camadas contêm redes de vasos sanguíneos, vasos linfáticos, fibras nervosas e órgãos acessórios.
2. A regeneração de uma pele lesada envolve (1) inflamação e sangramento, (2) formação de coágulo sanguíneo e crosta, (3) dissolução do coágulo e o aparecimento de fibras de colágeno e substância fundamental e (4) a formação de tecido cicatricial.
3. As substâncias lipossolúveis passam facilmente através da barreira de permeabilidade, porque ela é composta principalmente de lipídios que circundam as células epidérmicas. As drogas solúveis em água são lipofóbicas ("tementes à gordura") e assim não penetram rapidamente na barreira de permeabilidade.
4. A criança poderia ingerir mais alimentos ricos em vitamina D, como leite fortificado e salmão. Tomar um suplemento de vitamina D também poderia ajudar.
5. Os produtos químicos das tinturas de cabelo quebram a camada protetora do córtex, permitindo que os corantes tinjam a medula da haste. A coloração não é permanente porque o córtex permanece danificado, permitindo que o shampoo e os raios UV do sol entrem na medula e afetem a cor. Além disso, a parte viva do cabelo não é afetada, de forma que, quando a haste é substituída, se perde a cor.

CAPÍTULO 5

Revisão do Módulo 5.1

a. As características de superfície de um osso apresentam funções específicas, por exemplo, compor uma articulação, ou servir de local de fixação muscular, ou permitir a passagem de nervos e vasos sanguíneos.

b. As quatro grandes categorias de classificação dos ossos, conforme sua forma, são ossos chatos, ossos longos, ossos irregulares e ossos curtos.

c. Um tubérculo é uma pequena projeção arredondada em um osso, enquanto uma tuberosidade é uma projeção áspera, que pode ocupar uma área grande na superfície do osso.

Revisão do Módulo 5.2

a. As partes principais de um osso longo são a epífise, a diáfise, a metáfise e a cavidade medular.

b. A cavidade medular – o espaço central no interior de um osso – contém a medula óssea vermelha, que é o local de produção dos glóbulos vermelhos, e a medula óssea amarela, tecido adiposo, um local importante para reservas de energia.

c. Se a proporção de colágeno para fosfato de cálcio aumentar em um osso, a resistência à compressão do osso diminuiria, e ele se tornaria mais flexível.

Revisão do Módulo 5.3

a. Os osteócitos são células responsáveis pela manutenção e pela renovação tecidual; os osteoblastos são células que produzem as fibras e a matriz do osso; e os osteoclastos são células que dissolvem as fibras e a matriz do osso.

b. Um ósteon é a unidade funcional básica do osso compacto maduro; ele é formado de osteócitos organizados em torno de um canal central e separado por lamelas concêntricas.

c. Se a atividade dos osteoclastos (que desmineralizam os ossos) excedesse a atividade dos osteoblastos (que produzem tecido ósseo), o conteúdo mineral do osso (e, portanto, sua massa) diminuiria, tornando-o mais frágil.

Revisão do Módulo 5.4

a. Crescimento aposicional é o alargamento de um osso por meio da adição de matriz óssea na sua superfície.

b. O periósteo é a camada que envolve um osso; ele consiste de uma região fibrosa externa e de uma região celular interna. O endósteo é um revestimento celular incompleto da superfície interna (ou superfície medular) de um osso.

c. É provável que a amostra seja de uma epífise. A presença de lamelas que não estão organizadas em ósteons é um indicativo de osso esponjoso, que ocorre nas epífises.

Revisão do Módulo 5.5

a. A ossificação endocondral é a substituição de um modelo cartilaginoso por tecido ósseo.

b. Durante a ossificação intramembranosa, o tecido conjuntivo fibroso é substituído por osso.

c. Os raios X dos ossos longos, como os do fêmur, podem revelar a presença ou ausência da cartilagem epifisária, que separa a epífise da diáfise enquanto o osso ainda está em crescimento. Se a cartilagem epifisária ainda está presente, o crescimento ainda está ocorrendo; caso contrário, o osso já atingiu o seu comprimento final.

Revisão do Módulo 5.6

a. A síndrome de Marfan é um distúrbio hereditário do tecido conjuntivo que resulta em membros e dedos anormalmente longos e finos. A doença geralmente envolve problemas cardiovasculares graves com risco de morte.

b. O gigantismo é provocado pela produção excessiva de hormônio do crescimento antes da puberdade, resultando em crescimento precoce e acentuado. A acromegalia é causada por excesso de produção excessiva de hormônio do crescimento após a puberdade, resultando em ossos anormalmente largos.

c. O nanismo hipofisário é menos comum hoje em dia nos Estados Unidos, porque as crianças podem ser tratadas com o hormônio do crescimento humano, sintetizado em laboratório, fornecendo-se, assim, quantidades adequadas ou próximas das adequadas para o crescimento e desenvolvimento normais.

Revisão do Módulo 5.7

a. Uma fratura exposta (também chamada de fratura composta) é uma ruptura óssea que acarreta na perfuração da pele pelo osso fraturado; uma fratura fechada (também chamada de fratura simples) é uma ruptura óssea em que não ocorre rompimento da pele.

b. Imediatamente após uma fratura, ocorre sangramento intenso no local da lesão. Após algumas horas se desenvolve um grande coágulo de sangue, denominado hematoma de fratura. Em seguida, forma-se um calo ósseo interno, e uma rede de osso esponjoso une as extremidades internas. Um calo ósseo externo de cartilagem e osso estabiliza as margens externas. O calo ósseo externo, cartilaginoso, é eventualmente substituído por osso, e trabéculas de osso esponjoso passam a unir as extremidades fraturadas. Com o tempo, o edema que inicialmente marcou a localização da fratura desaparece, e o local da fratura é remodelado, deixando pouca evidência de fratura no local.

c. Um calo ósseo externo forma-se no processo inicial da consolidação da fratura, quando as células do endósteo e do periósteo migram para a área fraturada. Essas células formam um colar largo (calo ósseo externo) que circunda o osso na zona da fratura.

Revisão da Seção 1

1. **a.** ossos irregulares; **b.** epífises; **c.** fossa; **d.** cavidade medular; **e.** trabéculas; **f.** osteoclastos; **g.** fratura cominutiva; **h.** cartilagem epifisária; **i.** ósteon; **j.** crescimento aposicional; **k.** ossificação endocondral.
2. **a.** ossificação intramembranosa; **b.** colágeno; **c.** osteócitos; **d.** lacunas; **e.** cartilagem hialina; **f.** periósteo; **g.** osso compacto.
3. A fratura danificou a cartilagem epifisária do membro inferior direito. Apesar da cicatrização óssea adequada, o membro afetado não produziu quantidade igual de cartilagem em comparação com o membro não afetado. O resultado seria a presença de um osso mais curto no membro onde ocorreu a lesão.

Revisão do Módulo 5.8

a. Os ossos da face são os pares de ossos da maxila, palatinos, nasais, conchas nasais inferiores, zigomáticos, lacrimais e os ossos ímpares: vômer e mandíbula.
b. O osso que é fraturado é o osso parietal direito.
c. Ossos do viscerocrânio (da face): vômer, conchas nasais inferiores. Ossos do neurocrânio (calvária): etmoide, esfenoide, temporal.

Revisão do Módulo 5.9

a. O osso temporal contém o canal carótico, através do qual passa a artéria da carótida interna que irriga o encéfalo.
b. O forame magno está localizado no osso occipital. Esta abertura circunda a conexão entre o cérebro e a medula espinal.
c. Os processos alveolares ancoram e sustentam os dentes superiores nas maxilas e os dentes inferiores na mandíbula.

Revisão do Módulo 5.10

a. O osso etmoide contém (1) a crista etmoidal, que se projeta acima da (2) lâmina cribriforme, que contém os forames olfatórios, e (3) as células etmoidais, câmaras aéreas que contribuem para formar os seios paranasais. Esse osso também constitui (4) a porção superior do septo nasal, e suas (5) conchas nasais projetam-se para o interior da cavidade nasal.
b. Os seios paranasais estão localizados nos ossos esfenoide, etmoide e nos ossos frontais, no par de ossos palatinos, e nas maxilas.
c. Os seios paranasais aliviam o peso dos ossos do crânio, e secretam o muco que umidifica as superfícies das cavidades nasais.

Revisão do Módulo 5.11

a. Há sete ossos associados ao crânio.
b. Três ossículos estão localizados em cada orelha média, no interior da porção petrosa do osso temporal. Esses ossículos desempenham um papel fundamental na audição, recebendo as vibrações produzidas pelas ondas sonoras que chegam à membrana timpânica e conduzindo-as para a orelha interna.
c. Está correto: o osso hioide não se liga diretamente a nenhum outro osso; ele sustenta a laringe e serve de local de fixação para músculos relacionados à laringe, à faringe e à língua.

Revisão do Módulo 5.12

a. Fontículo ou fontanela é uma região de tecido conjuntivo fibroso, relativamente suave e flexível, que está localizada entre dois ossos planos no crânio em desenvolvimento.
b. Os fontículos mais importantes são o fontículo anterior, o fontículo occipital, o fontículo esfenoidal e o fontículo mastóideo.
c. Como os fontículos não são ossificados ao do nascimento, proporcionam uma flexibilidade ao crânio durante o parto, e permitem o crescimento do encéfalo ao longo da infância.

Revisão do Módulo 5.13

a. Os principais componentes de um vértebra típica são: corpo vertebral, os processos articulares e o arco vertebral, este último é composto por um processo espinhoso, lâminas, processos transversos e pedículos.
b. As curvas secundárias da coluna vertebral equilibram o peso do corpo para a manutenção de uma postura ereta com o mínimo de esforço muscular. Sem as curvas secundárias, não seríamos capazes de nos manter em pé por períodos prolongados.
c. O disco intervertebral anexa-se ao corpo vertebral.

Revisão do Módulo 5.14

a. O dente é parte do áxis, a segunda vértebra cervical, localizada na região cervical da coluna vertebral.
b. A presença de forames transversários indica que esta vértebra é uma vértebra cervical.
c. É possível palpar os processos espinhosos das vértebras.

Revisão do Módulo 5.15

a. Há cinco vértebras na região lombar, e cinco vértebras fundidas no sacro.
b. O sacro forma a parede posterior da cintura pélvica.
c. As vértebras lombares sustentam um peso muito maior em comparação às vértebras mais superiores da coluna vertebral. Os grandes corpos vertebrais permitem que o peso seja distribuído em uma área mais ampla.

Revisão do Módulo 5.16

a. As costelas verdadeiras (de 1 a 7) estão ligadas diretamente ao esterno por cartilagens costais individuais. As costelas falsas (de 8 a 10) conectam-se ao esterno por meio de cartilagem costal compartilhada e as costelas flutuantes (11 e 12) não se conectam ao esterno.
b. As três partes ou regiões do esterno, da parte superior para a parte inferior, são o manúbrio, o corpo e o processo xifoide.
c. Além das costelas e do esterno, as vértebras torácicas formam a caixa torácica.

Revisão do Módulo 5.17

a. A cifose pode ser causada por (1) osteoporose com fraturas por compressão afetando as porções anteriores dos corpos vertebrais; (2) desequilíbrio na atividade dos músculos inseridos nas vértebras, ou (3) crescimento vertebral anormal.
b. Acredita-se que a lordose temporária que ocorre durante a gravidez tem o objetivo de estabilizar o centro de gravidade da gestante, à medida que o útero aumenta, acomodando o crescimento do feto.
c. A escoliose ocorre em virtude de uma distorção lateral ou curvatura da coluna vertebral anormal. É a alteração mais comum entre as distorções das curvaturas vertebrais.

Revisão do Módulo 5.18

a. Os ossos da cintura escapular são as duas clavículas e as duas escápulas.
b. Ao fixar a escápula ao esterno, a clavícula restringe a extensão do movimento da escápula. Assim, a fratura de uma clavícula causa um aumento na amplitude de movimento da escápula e uma diminuição da sua estabilidade.
c. O úmero articula-se com a escápula na cavidade glenoidal.

Revisão do Módulo 5.19

a. O osso do braço é o úmero, e os ossos do antebraço são o rádio e a ulna.
b. As duas projeções arredondadas em ambos os lados do cotovelo são os epicôndilos lateral e medial do úmero.
c. O rádio está posicionado lateralmente quando o antebraço está na posição anatômica.

Revisão do Módulo 5.20

a. As falanges são os ossos dos dedos da mão (ou do pé).
b. Os ossos do carpo são: escafoide, semilunar, piramidal, pisiforme, trapézio, trapezoide, capitato e hamato.
c. Ocorreu fratura na falange distal do polegar.

Revisão do Módulo 5.21

a. O acetábulo é uma cavidade situada na face lateral do osso do quadril que se articula com a cabeça do fêmur.
b. Três ossos fundem-se para formar o osso do quadril: o ílio, o ísquio e o púbis.
c. Na posição sentada, o peso do seu corpo é sustentado pelas tuberosidades isquiáticas.

Revisão do Módulo 5.22

a. Os ossos da pelve são os dois ossos do quadril, o sacro e o cóccix.
b. Os dois ossos púbicos articulam-se anteriormente, na sínfise púbica.
c. A pelve feminina é adaptada para sustentar o peso do feto em desenvolvimento e para permitir a passagem do recém-nascido pela saída pélvica durante o parto. Em comparação com os homens, a pelve feminina é mais homogênea e mais leve; apresenta menos marcas proeminentes; uma saída pélvica alargada; menor curvatura do sacro e cóccix; entrada pélvica mais larga e mais circular, é relativamente larga e menor no sentido superoinferior (pel-

ve baixa); os ílios projetam-se lateralmente e o ângulo púbico é mais amplo, geralmente maior que 100° (em comparação aos valores encontrados em homens iguais ou inferiores a 90°).

Revisão do Módulo 5.23

a. Os ossos dos membros inferiores são o fêmur, a patela, a tíbia e a fíbula, os ossos tarsais, os metatarsais e as falanges.

b. A cabeça do fêmur articula-se com o acetábulo.

c. A fíbula estabiliza a articulação do tornozelo e é um importante ponto de ligação para os músculos que movem o pé e os dedos dos pés. Quando a fíbula é fraturada, os músculos relacionados não atuam de modo adequado, o que torna o caminhar difícil e doloroso.

Revisão do Módulo 5.24

a. Os ossos tarsais são: talus, calcâneo, cuboide, navicular e cuneiformes: medial, intermédio e lateral.

b. O tálus transmite o peso do corpo da tíbia em direção aos dedos dos pés.

c. Houve provavelmente uma fratura no calcâneo.

Revisão da Seção 2

1. a. axial; **b.** longitudinal; **c.** crânio, **d.** mandíbula, **e.** lacrimal; **f.** occipital; **g.** temporais; **h.** hioide ; **i.** coluna vertebral; **j.** torácica; **k.** lombar; **l.** sacral ; **m.** costelas flutuantes; **n.** esterno; **o.** processo xifoide.

2. a. clavícula; **b.** escápula; **c.** úmero; **d.** rádio; **e.** ulna; **f.** ossos carpais; **g.** metacarpo; **h.** falanges; **i.** osso do quadril; **j.** fêmur; **k.** patela; **l.** tíbia; **m.** fíbula; **n.** ossos tarsais; **o.** ossos metatarsais; **p.** falanges.

Revisão do Módulo 5.25

a. Em uma luxação, as superfícies articulares são deslocadas de sua posição normal.

b. Os componentes de uma articulação sinovial são uma cápsula articular fibrosa, que circunda a articulação; as cartilagens articulares, que se assemelham a cartilagens hialinas e revestem as superfícies articulares; e o fluido sinovial, que está localizado no interior da cavidade articular, fornece lubrificação, distribui nutrientes e absorve choques mecânicos. As estruturas acessórias incluem as bursas, pequenos sacos com líquido sinovial que reduzem o atrito e absorvem choques; camadas de gordura, que protegem as cartilagens articulares; os meniscos, que são discos articulares de fibrocartilagem, que permitem a variação de forma das superfícies articulares; os ligamentos, que são faixas de tecido fibroso que sustentam, fortalecem e reforçam a articulação; e tendões, que passam através de uma articulação ou a circundam, que limitam a amplitude de movimento e fornecem sustentação mecânica.

c. As cartilagens articulares não recebem irrigação sanguínea, portanto, dependem do fluido sinovial para receber nutrientes e remover os resíduos. Se a circulação de fluido sinovial estiver prejudicada, as cartilagens não recebem nutrientes e os resíduos se acumulam. As condições resultantes causariam degeneração das cartilagens e possível apoptose (morte) celular.

Revisão do Módulo 5.26

a. Com base na morfologia das superfícies articulares, as articulações sinoviais são classificadas em articulação plana, cilíndrica, trocóidea, elipsóidea, selar e esferóidea.

b. A articulação esferóidea permite a maior amplitude de movimento.

c. Ombro: bola e soquete; cotovelo: cilíndrica; polegar: selar.

Revisão do Módulo 5.27

a. A função principal dos discos intervertebrais é separar e amortecer o impacto entre os corpos vertebrais adjacentes.

b. Um disco intervertebral abaulado encontra-se deslocado ou parcialmente protruso, resultante da compressão do seu núcleo gelatinoso e causando distorção da camada de fibrocartilagem externa. Em uma hérnia de disco, o núcleo gelatinoso rompe a camada externa de fibrocartilagem, causando protrusão para o interior do canal vertebral.

c. A osteoporose é uma condição na qual existe uma perda de massa óssea em grau de severidade suficiente para comprometer a função normal do tecido ósseo.

Revisão do Módulo 5.28

a. O reumatismo é um termo genérico que descreve qualquer condição dolorosa das articulações, músculos, ou ambos, mas que não é causada por uma infecção ou lesão. A osteoartrite é uma forma de reumatismo caracterizada pela degeneração da cartilagem articular e do osso subjacente. A osteoartrite é causada pelo desgaste cumulativo ou fatores genéticos que afetam a formação de colágeno.

b. Um artroscópio é um instrumento que utiliza fibras ópticas delgadas e flexíveis para observar estruturas no interior de uma articulação. Esse instrumento também pode ser adaptado para realizar procedimentos cirúrgicos sem o trauma de uma cirurgia.

c. Uma pessoa pode retardar a progressão da artrite adotando um programa de exercícios físicos regulares, fazendo fisioterapia e utilizando medicamentos anti-inflamatórios, com acompanhamento e indicação médica.

Revisão da Seção 3

1. a. diartrose; **b.** cartilagens articulares; **c.** articulação do quadril; **d.** discos de fibrocartilagem; **e.** sinartrose; **f.** osteoporose; **g.** bolsa repleta de líquido; **h.** anfiartrose; **i.** artrite; **j.** fluido sinovial.

2. a. cavidade da medula; **b.** osso esponjoso; **c.** periósteo, **d.** membrana sinovial; **e.** cartilagem articular; **f.** cavidade articular (contendo fluido sinovial); **g.** cápsula articular; **h.** osso compacto.

3. a. articulação elipsóidea; **b.** articulação trocóidea; **c.** articulação plana; **d.** articulação cilíndrica; **e.** articulação esferóidea; **f.** articulação selar.

4. As fraturas vertebrais são frequentes nos idosos devido à osteoporose (perda da massa óssea que compromete a função normal) e a uma redução no amortecimento pelos discos intervertebrais.

Resumo do capítulo

1. Os nutrientes alcançam os osteócitos no osso esponjoso através da difusão ao longo dos canalículos que se abrem para a superfície das trabéculas.

2. Os ósteons estão alinhados paralelamente ao eixo longo do osso, resistente às forças de mesmo sentido aplicadas em suas extremidades. Forças constantes ou impactos aplicados lateral ou obliquamente ao eixo, porém, podem causar fraturas.

3. A mão tem muitos ossos, e cada um tem duas cartilagens epifisárias. A medição da largura dessas cartilagens epifisárias fornece pistas sobre o controle hormonal do crescimento na criança.

4. Os ossos do crânio de uma criança ainda não estão fundidos; eles estão ligados por fontículos (ou fontanelas), áreas de tecido fibroso. Ao examinar os ossos, o antropólogo poderia facilmente observar a presença ou ausência de suturas formadas. Sabendo aproximadamente a idade prevista para o fechamento dos diversos fontículos e determinando as suas dimensões, o profissional pode estimar a idade das crianças por ocasião de sua morte.

5. Na osteoporose, uma diminuição no teor de cálcio no tecido ósseo determina maior propensão para fratura e fragilidade estrutural dos ossos do corpo. Como o quadril é fundamental na sustentação do peso do corpo, fragilidades estruturais nos ossos do quadril podem resultar em fraturas. O ombro, por outro lado, não é uma articulação que sustenta peso e não está sujeito à mesma carga de força ou às intensas contrações musculares fortes, como ocorre na articulação do quadril. Assim, a articulação do ombro apresenta menos risco de sofrer fraturas.

CAPÍTULO 6

Revisão do Módulo 6.1

a. Um tendão é um feixe de fibras de colágeno que conecta um músculo esquelético a um osso. Uma aponeurose é uma ampla lâmina de colágeno que tem a mesma função dos tendões e conecta um músculo esquelético a uma área maior de um osso ou a mais de um osso.

b. O epimísio é uma camada densa de fibras colágenas que envolve todo o músculo; o perimísio divide o músculo esquelético numa série de compartimentos, cada um contendo um feixe de fibras musculares denominado fascículo. O endomísio circunda cada um das células (fibras) do músculo esquelético. As fibras colágenas do epimísio, perimísio e endomísio juntam-se para formar feixes conhecidos como tendões, ou lâminas amplas denominadas aponeuroses. Os tendões e as aponeuroses geralmente conectam os músculos esqueléticos aos ossos.

c. Fibras musculares são células musculares. São chamadas de fibras porque sua forma é alongada. As fibras musculares estão encerradas em um endomísio que contém capilares, células-tronco e os axônios dos neurônios. As miofibrilas são estruturas filiformes longitudinais formadas por miofilamentos. Os miofilamentos são fios ultramicroscópicos de proteína que formam as miofibrilas no músculo esquelético.

Revisão do Módulo 6.2

a. Zona de sobreposição são áreas dentro de um sarcômero, nas quais filamentos finos e filamentos grossos encontram-se interpostos.

b. Os filamentos finos consistem de actina, troponina e tropomiosina. Os filamentos grossos são compostos de moléculas de miosina.

c. O retículo sarcoplasmático é semelhante ao retículo endoplasmático liso encontrado em outras células do corpo humano.

Revisão do Módulo 6.3

a. A junção neuromuscular é uma ligação intercelular especializada que permite que um neurônio motor se comunique com a fibra de um músculo esquelético.

b. A liberação de acetilcolina é necessária para a contração do músculo esquelético e funciona como o primeiro passo do processo. Uma droga que bloqueia a liberação de acetilcolina (ACh) impediria sua ligação a receptores na placa motora; assim, não haveria fluxo de íons de sódio para o interior do sarcoplasma das fibras musculares, e nenhum potencial de ação seria gerado no sarcolema. Como consequência, haveria um bloqueio da contração muscular, ou seja, não ocorreria contração muscular.

c. Sem a AChE (acetilcolinesterase), a placa motora seria continuamente estimulada pela acetilcolina, causando um travamento do músculo em um estado de contração.

Revisão do Módulo 6.4

a. A teoria do filamento deslizante descreve o processo do encurtamento do sarcômero provocado pelo deslizamento de filamentos finos e grossos, uns sobre os outros.

b. Durante uma contração, o sarcômero encurta, enquanto as linhas Z aproximam-se. As bandas H e I também encurtam, mas a banda A não muda de comprimento.

c. Depois de uma contração, um músculo retorna ao seu tamanho original através de uma combinação de ações da gravidade, da contração de músculos opostos e da elasticidade dos tecidos alongados durante a contração.

Revisão do Módulo 6.5

a. ATP é a molécula que fornece energia para uma contração muscular.

b. Uma vez que o processo de contração tenha começado, os passos seguintes são (1) exposição do sítio ativo, (2) formação da ponte cruzada, (3) giro da cabeça da miosina (*power stroke*), (4) separação da ponte cruzada e (5) reativação da miosina.

c. A decomposição de ATP em ADP + P permite a reativação da miosina, porque a energia liberada durante este processo é utilizada para "armar novamente" as cabeças da miosina.

Revisão da Seção 1

1. a. mitocôndria; **b.** sarcolema; **c.** miofibrila; **d.** filamento fino; **e.** filamento grosso; **f.** retículo sarcoplasmático; **g.** túbulos T; **h.** sarcoplasma; **i.** miofibrila.

2. a. banda I; **b.** banda A; **c.** banda H; **d.** Linha Z; **e.** zona de sobreposição; **f.** linha M; **g.** filamento fino; **h.** filamento grosso; **i.** sarcômero.

3. a. miofibrila, miofilamento, célula da miosina; **b.** sarcolema, sarcoplasma, sarcômero, retículo sarcoplasmático.

Revisão do Módulo 6.6

a. Uma contração é uma sequência única de estímulo-contração-relaxamento em uma fibra muscular.

b. Durante a fase de relaxamento, os níveis de cálcio estão caindo, o que resulta em sítios ativos sendo cobertos por tropomiosina e uma diminuição no número de pontes cruzadas.

c. Tetania completa ocorre quando os potenciais de ação chegam tão rapidamente, que o retículo sarcoplasmático não consegue recuperar íons de cálcio antes do próximo estímulo ser aplicado. A concentração elevada de Ca^{2+} prolonga a contração, tornando-a contínua. A tetania incompleta refere-se a uma situação em que o músculo gera tensão próxima à máxima durante ciclos rápidos de contração e relaxamento.

Revisão do Módulo 6.7

a. Uma unidade motora é um único neurônio motor e todas as fibras musculares que ele inerva.

b. Recrutamento é o aumento em número de unidades motoras ativas. O recrutamento leva a um aumento da tensão muscular.

c. Quanto mais refinado e preciso for o movimento produzido por um determinado músculo, menor o número de fibras musculares em cada unidade motora.

Revisão do Módulo 6.8

a. Em uma contração isotônica, a tensão muscular aumenta e o comprimento do músculo esquelético se altera. Em uma contração isométrica, a tensão muscular aumenta, mas o comprimento do músculo não se altera, e a carga não se move.

b. Sim, um músculo esquelético pode contrair sem encurtar, como ocorre durante uma contração isométrica. O efeito da contração em um músculo, ou seja, se durante a contração o músculo encurtará ou sofrerá alongamento, ou se manterá o mesmo comprimento (como ocorre numa contração isométrica), depende da relação entre a resistência e a tensão produzida pelas interações actina-miosina.

c. A tensão muscular de pico do músculo em contração isométrica era duas vezes maior que a produzida pelo músculo em contração isotônica.

Revisão do Módulo 6.9

a. Os dois compostos nos quais a energia é armazenada nas fibras do músculo em repouso são a creatina fosfato (CP) e o glicogênio.

b. As fibras musculares produzem lactato em condições de metabolismo anaeróbico (quando existe falta de oxigênio). Essas condições ocorrem em níveis máximos da atividade muscular.

c. O débito de oxigênio (ou consumo excessivo de oxigênio pós-exercício) é o consumo de oxigênio necessário após atividade extenuante para produzir ATP suficiente para restabelecer as condições normais do corpo (pré-esforço).

Revisão do Módulo 6.10

a. Hipertrofia muscular é o alargamento do tamanho das fibras musculares (e, portanto, do músculo todo) sem que haja a divisão celular decorrente de aumento de miofibrilas, mitocôndrias, enzimas glicolíticas e reservas de glicogênio, muitas vezes em resposta a atividades como fisiculturismo. A atrofia muscular é diminuição do tecido muscular por falta de uso, isquemia ou anormalidades nutricionais.

b. Durante o período de imobilização, os músculos não receberam estimulação nervosa suficiente para manter a massa, o tônus e força normais – isto é, ocorreu atrofia muscular nos músculos da perna, que falhou ao tentar sustentar seu peso.

c. O tempo de morte de uma vítima de homicídio pode ser estimado de acordo com a flexibilidade ou rigidez do corpo, porque o *rigor mortis* (a rigidez cadavérica) normalmente começa algumas horas após a morte, atinge a máxima rigidez entre aproximadamente 2 e 7 horas após a morte, e desaparece cerca de 1 a 6 dias mais tarde ou quando a decomposição se inicia. Assim, por exemplo, uma vítima cujo corpo não tem qualquer sinal de *rigor mortis*, provavelmente, morreu dentro das últimas horas. No nível molecular, as membranas das células mortas não são mais seletivamente permeáveis e o RS perde sua capacidade de reter íons cálcio. Quando os íons de cálcio entram no sarcoplasma, uma contração sustentada se desenvolve, tornando o corpo extremamente rígido. A contração persiste porque as células musculares mortas não podem mais produzir o ATP necessário para a dissociação das pontes cruzadas e sítios ativos. O *rigor mortis* dura até que as enzimas lisossômicas liberadas por autólise quebrem os miofilamentos.

Revisão da Seção 2

1. a. contração isométrica; **b.** contração isotônica; **c.** hipertrofia; **d.** atrofia; **e.** unidade motora; **f.** *rigor mortis*; **g.** oxigênio; **h.** ácido láctico.

2. a. ácidos graxos; **b.** O_2; **c.** glicose; **d.** glicogênio; **e.** CP; **f.** creatina.

3. a. O lactato resulta da quebra do ácido láctico nos músculos em atividade máxima. O lactato difunde-se na corrente sanguínea e é absorvido pelo fígado. O fígado converte o lactato em

piruvato, e uma grande parte deste é convertida em glicose. A glicose é liberada na corrente sanguínea, onde fica disponível para absorção pelas fibras musculares esqueléticas e reconstrução das reservas de glicogênio.

b. A atrofia muscular e a paralisia característica da poliomielite resultam da destruição dos neurônios motores por ação viral. O tétano é caracterizado por contrações musculares prolongadas em todo o corpo. Ele ocorre em virtude de uma toxina bacteriana que suprime o mecanismo inibidor da atividade do neurônio motor. O botulismo e a miastenia grave resultam de rompimentos nas junções neuromusculares (JNM). O botulismo produz paralisia causada por uma toxina bacteriana que bloqueia a liberação de ACh nas JNM. A miastenia grave é um enfraquecimento muscular progressivo devido à perda de receptores de ACh nas placas motoras das JNM.

c. No *rigor mortis*, as membranas das células mortas já não são seletivamente permeáveis, o RS perde a capacidade de reter os íons de cálcio. À medida que os íons de cálcio entram no sarcoplasma, uma contração sustentada se desenvolve, tornando o corpo extremamente rígido. A contração persiste porque as células musculares mortas não podem mais produzir o ATP necessário para a dissociação das pontes cruzadas e sítios ativos. O *rigor mortis* começa algumas horas após a morte e termina em 1 a 6 dias, ou quando a decomposição se inicia, quando as enzimas lisossômicas liberadas por autólise quebram os miofilamentos.

Revisão do Módulo 6.11

a. Um músculo sinergista é um músculo que auxilia um motor principal (ou agonista) a desempenhar suas ações de modo mais eficiente.

b. O bíceps braquial e o tríceps braquial são antagonistas, pois executam ações opostas.

c. O nome flexor radial longo do carpo diz que esse músculo é um músculo longo que fica próximo ao rádio e flexiona o carpo (punho).

Revisão do Módulo 6.12

a. Ao fazer polichinelos, os membros inferiores devem executar abdução (quando os membros estão afastados) e adução (quando eles estão juntos novamente).

b. Flexão e extensão são os movimentos associados com a articulação do tipo dobradiça.

c. A dorsiflexão é o movimento ascendente do pé causada pela flexão no tornozelo, enquanto flexão plantar é extensão do tornozelo, por exemplo, ao se ficar nas pontas dos pés.

Revisão do Módulo 6.13

a. Estalar os dedos exige oposição do polegar e flexão na terceira articulação metacarpofalângica.

b. A pronação e a supinação da mão são possíveis através da rotação da cabeça do rádio.

c. Supinação, pronação e flexão do carpo ocorrem enquanto se contorcem as mãos para calçar luvas apertadas.

Revisão do Módulo 6.14

a. Os músculos axiais posicionam a cabeça e a coluna vertebral e movimentam a caixa torácica durante a realização da respiração.

b. bíceps braquial: apendicular; oblíquo externo: axial; temporal: axial; vasto medial: apendicular.

c. As estruturas legendadas nas figuras deste módulo não são músculos: linha alba, retináculo dos músculos extensores, trato iliotibial, patela, tíbia, clavícula, esterno, retináculo superior dos músculos extensores, retináculo inferior dos músculos extensores, maléolo lateral da fíbula, maléolo medial da tíbia, tendão calcâneo e calcâneo.

Revisão do Módulo 6.15

a. Os músculos da expressão têm origem na superfície de ossos do crânio e em outros músculos.

b. Os músculos masseter e temporal atuam na mastigação, elevando a mandíbula.

c. A contração dos músculos zigomático esquerdo e direito eleva os dois ângulos da boca, produzindo um sorriso.

Revisão do Módulo 6.16

a. São: espinal, longuíssimo do dorso e iliocostal.

b. O iliocostal e o quadrado do lombo originam-se na crista ilíaca do osso do quadril.

c. O esplênio da cabeça e o longuíssimo do dorso têm inserções no crânio.

Revisão do Módulo 6.17

a. Os músculos abdominais, do superficial ao mais profundo, são o oblíquo externo, o oblíquo interno e o transverso do abdome.

b. Danos ao músculos intercostais externos interfeririam na respiração.

c. Um golpe no músculo reto do abdome causaria forte contração desse músculo, resultando em flexão da coluna vertebral. Em outras palavras, o corpo se dobraria para a frente.

Revisão do Módulo 6.18

a. A contração dos músculos levantador da escápula e trapézio eleva as escápulas e produz um movimento de "encolhimento" dos ombros.

b. Os músculos deltoide, peitoral maior e latíssimo do dorso são músculos apendiculares que se inserem no úmero. Uma das ações do deltoide é a abdução do braço.

c. deltoide: apendicular; oblíquo externo: axial; glúteo máximo: apendicular; peitoral maior: apendicular.

Revisão do Módulo 6.19

a. O tríceps braquial está inserido no olécrano da ulna e produz extensão no cotovelo. Ele também produz extensão e adução no ombro.

b. Os músculos relacionados à flexão no cotovelo são o bíceps braquial, os braquiais e o braquiorradial.

c. Uma lesão ao músculo flexor ulnar do carpo prejudicaria a capacidade de executar flexão e adução do carpo.

Revisão do Módulo 6.20

a. Os músculos do quadríceps são: reto femoral, vasto intermédio, o vasto lateral e o vasto medial.

b. Os músculos que flexionam o joelho são: bíceps femoral, semimembranáceo, semitendíneo, sartório e poplíteo.

c. Sentar-se em uma cadeira requer flexão no quadril. Os músculos que produziriam essa ação incluem os músculos adutores, o músculo grácil e o músculo iliopsoas.

Revisão do Módulo 6.21

a. Os músculos envolvidos no movimento flexão plantar (extensão no tornozelo) incluem o gastrocnêmio, o sóleo e o fibular longo.

b. Dorsiflexão é a ação executada e isso ocorre com a contração do músculo tibial anterior.

c. Um tendão calcâneo rompido tornaria difícil a posição de flexão plantar, porque esse tendão liga os músculos sóleo e gastrocnêmio ao calcâneo (osso do calcanhar).

Revisão da Seção 3

1. **a.** frontal; **b.** temporal; **c.** orbicular do olho; **d.** zigomático; **e.** bucinador; **f.** orbicular da boca; **g.** masseter; **h.** esternoclidomastóideo.
2. **a.** glúteo médio; **b.** tensor da fáscia lata; **c.** glúteo máximo; **d.** músculo adutor; **e.** grácil; **f.** bíceps femoral; **g.** semitendíneo; **h.** semimembranáceo; **i.** sartório.
3. **a.** gastrocnêmio; **b.** tibial anterior; **c.** fibular longo; **d.** sóleo; **e.** extensor longo dos dedos; **f.** retináculo superior dos músculos extensores; **g.** tendão calcâneo; **h.** retináculo inferior dos músculos extensores.

Revisão do capítulo

1. A acetilcolina (ACh) liberada pelo neurônio motor na junção neuromuscular altera a permeabilidade da membrana plasmática na placa motora. A alteração da permeabilidade permite o afluxo de cargas positivas, que por sua vez desencadeia um evento elétrico denominado potencial de ação. O potencial de ação se espalha por toda a superfície da fibra muscular e no seu interior, ao longo dos túbulos T. A concentração citoplasmática de íons cálcio (liberados do retículo sarcoplasmático) aumenta, provocando o início de uma contração. Essa contração termina quando a ACh é removida da fenda sináptica e da placa motora pela acetilcolinesterase (AChE).
2. O ATP é gerado a partir da decomposição anaeróbica da glicose em piruvato e da decomposição aeróbica do piruvato em mitocôndrias.
3. O sinal mais evidente de envenenamento por organofosforados são as contrações tetânicas descontroladas dos músculos esqueléticos. Os organofosforados bloqueiam a ação da enzima acetilcolinesterase; assim, a acetilcolina liberada na fenda sináptica da junção neuromuscular não seria inativada, causando um estado de contração persistente (paralisia espástica). Se a

paralisia afetasse os músculos da respiração (o que é provável), ocorreria morte por asfixia.

4. Depois da morte, as membranas das células musculares não são mais seletivamente permeáveis, permitindo extravasamento de íons cálcio e provocando contrações prolongadas (*rigor mortis*), uma vez que as células mortas não podem mais produzir o ATP necessário para o rompimento das pontes cruzadas. O *rigor mortis* começa 2 a 7 horas após a morte e desaparece depois de 1 a 6 dias, ou quando a decomposição se inicia. Esse tempo depende também de fatores ambientais.
5. Deveria realizar exercícios de agachamento. Colocar uma barra de peso sobre os seus ombros enquanto realiza os exercícios produzirá melhores resultados, porque os músculos do quadríceps estarão trabalhando contra uma resistência maior.

CAPÍTULO 7

Revisão do Módulo 7.1

a. Componentes estruturais de um neurônio típico incluem um corpo celular (incluindo o núcleo), um axônio (incluindo um cone de implantação, ramos colaterais e terminais axônicos), e dendritos.

b. Conforme sua estrutura, os neurônios são classificados como bipolar, unipolar ou multipolar.

c. A maioria dos neurônios do sistema nervoso central não possui centríolos, portanto essas células não podem se dividir e substituir a si mesmas.

Revisão do Módulo 7.2

a. As neuróglias do sistema nervoso central são células ependimárias, micróglia, astrócitos e oligodendrócitos.

b. Os astrócitos protegem o sistema nervoso central dos produtos químicos circulantes e hormônios, mantendo a barreira hematoencefálica.

c. As micróglias, células que estão embriologicamente relacionadas com os monócitos e macrófagos, estariam presentes em maior número em uma pessoa com uma infecção do SNC.

Revisão do Módulo 7.3

a. As células de Schwann formam uma bainha rica em lipídios em torno dos axônios periféricos e células satélites circundam os corpos celulares dos neurônios nos gânglios.

b. O neurilema é a superfície exterior de uma célula de Schwann que circunda um axônio.

c. Conforme sua função, os neurônios são classificados como neurônios sensitivos, neurônios motores ou interneurônios.

Revisão do Módulo 7.4

a. O potencial de membrana é a distribuição desigual de cargas elétricas através da membrana plasmática da célula. Em uma célula em repouso, o interior da membrana plasmática é carregado negativamente, e o lado de fora da membrana plasmática é carregado positivamente.

b. A bomba sódio-potássio mantém o potencial de repouso da célula, ejetando três íons de sódio da célula para cada dois íons de potássio que ela recupera do fluido extracelular.

c. Três funções do corpo que dependem de alterações no potencial de membrana são a contração muscular, a secreção glandular e a transmissão de informações no sistema nervoso.

Revisão do Módulo 7.5

a. A despolarização é uma mudança do potencial de repouso, na qual o potencial de membrana torna-se menos negativo. A repolarização é o retorno do potencial de membrana para o potencial de repouso, após a despolarização da membrana.

b. A condução contínua é a condução de um potencial de ação ao longo de um axônio não mielinizado, onde o potencial de ação afeta cada parte da superfície da membrana. A condução saltatória é a condução relativamente rápida de um potencial de ação entre sucessivos nódulos de um axônio mielinizado.

c. A presença da mielina aumenta consideravelmente a velocidade de condução de potenciais de ação.

Revisão do Módulo 7.6

a. As partes de uma sinapse – local onde um neurônio comunica-se com outro neurônio ou com um tipo diferente de célula – são uma célula pré-sináptica e uma célula pós-sináptica, cujas membranas plasmáticas são separadas por um espaço estreito chamado de fenda sináptica.

b. Os eventos que ocorrem quando um potencial de ação chega a um terminal axônico são (1) a despolarização da membrana pré-sináptica; (2) a abertura dos canais de cálcio e um afluxo de íons de cálcio que desencadeia a liberação de ACh na fenda sináptica; (3) a ligação da ACh a canais de sódio fechados da membrana pós-sináptica; (4) a abertura de canais de sódio e um afluxo de íons de sódio que leva à despolarização; e, se o limiar for atingido, (5) inicia-se um potencial de ação no neurônio pós-sináptico.

c. A despolarização da célula pós-sináptica é temporária porque a fenda sináptica contém uma enzima, chamada de acetilcolinesterase (AChE), que quebra a ACh liberada pela célula pré-sináptica.

Revisão da Seção 1

1. **a.** dendrito; **b.** corpos de Nissl; **c.** mitocôndria; **d.** núcleo; **e.** nucléolo; **f.** corpo celular; **g.** cone de implantação; **h.** axônio; **i.** colateral; **j.** terminal axônico.
2. **a.** axônio de célula pré-sináptica; **b.** terminal axônico; **c.** vesículas sinápticas, **d.** fenda sináptica; **e.** célula pós-sináptica; **f.** mitocôndria; **g.** membrana pré-sináptica; **h.** membrana pós-sináptica.
3. **a.** potencial de ação; **b.** neurônios bipolares; **c.** potencial de repouso; **d.** oligodendrócitos; **e.** sinapse; **f.** despolarização; **g.** interneurônios; **h.** repolarização.
4. Nas fibras mielinizadas, a condução saltatória transmite impulsos nervosos para as junções neuromusculares rápido o suficiente para iniciar as contrações musculares e promover movimentos normais. Em axônios que se tornaram desmielinizados, os impulsos nervosos não podem ser propagados, e assim o músculo não é estimulado à contração. Pode ocorrer de o músculo atrofiar por falta de estimulação (uma condição denominada atrofia por desuso).

Revisão do Módulo 7.7

a. As principais regiões do encéfalo são o cérebro (composto de fissuras, giros e sulcos), o diencéfalo (tálamo e hipotálamo), o cerebelo e o tronco encefálico (mesencéfalo, ponte e bulbo). Além disso, o encéfalo contém quatro ventrículos e algumas passagens que os comunicam (o forame interventricular e o aqueduto cerebral), além do corpo caloso. Os núcleos da base (substância cinzenta) estão localizados profundamente no assoalho dos ventrículos laterais, dentro de cada hemisfério cerebral.

b. O bulbo (a região mais caudal do encéfalo) retransmite informações sensitivas a outras partes do tronco cerebral e tálamo. Além disso, ele também conta com centros que regulam a função autonômica, tais como a frequência cardíaca e a pressão sanguínea.

c. Um aqueduto cerebral bloqueado impediria a comunicação entre o terceiro e o quarto ventrículos.

Revisão do Módulo 7.8

a. As camadas que compõem as meninges são a dura-máter, mais externa, a aracnoide, intermediária, e a pia-máter, mais interna.

b. O líquido cerebrospinal (LCE) é produzido no plexo coroide em cada um dos ventrículos. O LCE chega ao espaço subaracnoide através das aberturas lateral e mediana, e difunde-se através das granulações aracnoides para dentro do seio sagital superior.

c. Se a difusão através das granulações aracnoides diminuir, o volume de LCE nos ventrículos aumentará, porque menos LCE voltaria para a corrente sanguínea. O aumento da pressão dentro do encéfalo, devido ao acúmulo de LCE, poderia danificá-lo.

Revisão do Módulo 7.9

a. Os lobos do cérebro – o lobo frontal, o lobo parietal, o lobo occipital e o lobo temporal – são nomeados pelos ossos que recobrem o crânio.

b. A ínsula é uma ilha de córtex localizada medialmente ao sulco lateral.

c. Danos ao giro pós-central esquerdo iriam interferir na consciência da informação sensitiva do lado direito do corpo.

Revisão do Módulo 7.10

a. O córtex motor primário está localizado no giro pré-central do lobo frontal do cérebro.

b. Danos aos lobos temporais do cérebro interfeririam no processamento das sensações olfativas (cheiro) e auditivas (som).

c. O AVC prejudicou o centro da fala, localizado no lobo frontal.

Revisão do Módulo 7.11

a. Os principais componentes do diencéfalo são o tálamo e o hipotálamo.

b. As três regiões do tronco encefálico são o mesencéfalo, a ponte e o bulbo.

c. O cerebelo ajusta os músculos posturais para a manutenção do equilíbrio, e programa e afina movimentos controlados nos níveis consciente e subconsciente.

Revisão do Módulo 7.12

a. A formação reticular estende-se do bulbo ao mesencéfalo. Esta rede neural interligada regula muitas funções vitais involuntárias do corpo.

b. O sistema de ativação reticular (SAR) está localizado no mesencéfalo e é parte da formação reticular. Ele afeta diretamente a atividade do córtex cerebral e da consciência.

c. O sistema de ativação reticular (SAR) é responsável por despertar o cérebro para um estado de consciência. Se você está dormindo e seu SAR for subitamente ativado, você irá acordar.

Revisão do Módulo 7.13

a. Um eletroencefalograma (EEG) é um gráfico da atividade elétrica do encéfalo. Os quatro tipos de onda associadas com um EEG são as ondas alfa (característica de adultos normais em repouso), as ondas beta (característica de uma pessoa que está se concentrando), as ondas teta (observadas em crianças e em adultos frustrados) e as ondas delta (encontradas em uma pessoa dormindo profundamente ou em indivíduos em certos estados patológicos).

b. Enquanto você está lendo o seu livro, as ondas que podem aparecer em um EEG são as ondas alfa e as ondas beta.

c. Uma convulsão é um distúrbio cerebral temporário acompanhado por movimentos anormais, sensações estranhas, comportamento impróprio, ou uma combinação desses sinais e sintomas. A epilepsia é uma condição clínica caracterizada por convulsões.

Revisão do Módulo 7.14

a. Uma medula espinal normal tem 31 pares de nervos e termina no nível da vértebra lombar I ou II (L I ou L II).

b. A substância cinzenta na medula espinal é composta de corpos celulares de neurônios, de neuróglia e de axônios não mielinizados.

c. As características anatômicas gerais de uma secção da medula espinal incluem a fissura mediana anterior (um sulco profundo ao longo da superfície anterior ou ventral); um sulco mediano posterior (um sulco raso longitudinal); uma substância branca (composta de axônios mielinizados e não mielinizados); uma substância cinzenta (composta por corpos celulares de neurônios, neuróglia e axônios não mielinizados); o canal central (uma passagem contendo fluido cerebrospinal); uma raiz dorsal de cada nervo espinal (axônios dos neurônios cujos corpos celulares estão nos gânglios da raiz dorsal); uma raiz ventral de cada nervo espinal (os axônios dos neurônios motores que se estendem para a periferia para levar eferências somáticas e viscerais); gânglios da raiz dorsal (contêm corpos celulares dos neurônios sensitivos), e os nervos espinhais (contêm os axônios dos neurônios sensitivos e motores).

Revisão do Módulo 7.15

a. Os cornos são projeções de substância cinzenta dentro da medula espinal. Eles incluem o corno anterior, o corno lateral e o corno posterior.

b. Os núcleos sensitivos recebem e retransmitem informações sensitivas dos receptores periféricos; os núcleos motores emitem comandos motores para os efetores periféricos.

c. Os três funículos de substância branca na medula espinal são: funículo anterior, funículo lateral e funículo posterior.

Revisão do Módulo 7.16

a. As três meninges espinhais são a dura-máter (o componente mais externo das meninges), a aracnoide (a meninge intermediária que encerra o fluido cerebrospinal) e a pia-máter (a camada mais interna das meninges ligada ao tecido neural subjacente).

b. O espaço epidural está localizado entre a dura-máter e as paredes do canal vertebral. Ele contém vasos sanguíneos e tecido adiposo.

c. Ela é realizada abaixo desse nível de forma a evitar qualquer dano à medula espinal, que termina no nível da L I ou da L II.

Revisão da Seção 2

1. a. giro pré-central; **b.** lobo frontal; **c.** sulco lateral; **d.** lobo temporal; **e.** ponte; **f.** sulco central; **g.** giro pós-central; **h.** lobo parietal; **i.** lobo occipital; **j.** cerebelo; **k.** bulbo.

2. a. sulco mediano posterior; **b.** canal central; **c.** núcleos sensitivos; **d.** núcleos motores; **e.** raiz ventral; **f.** fissura mediana anterior; **g.** funículo posterior; **h.** gânglio da raiz dorsal; **i.** funículo lateral; **j.** corno posterior; **k.** corno lateral; **l.** corno anterior.

3. a.funículos; **b.** giro pré-central; **c.** bulbo; **d.** meninges; **e.** cauda equina; **f.** tálamo; **g.** dura-máter; **h.** córtex pré-frontal; **i.** líquido cerebrospinal.

Resumo do capítulo

1. Dentro do sistema nervoso central o líquido cerebrospinal (LCE) preenche o canal central, os ventrículos e o espaço subaracnoide. O LCE funciona como um amortecedor e um meio de difusão para gases dissolvidos, nutrientes, mensageiros químicos e resíduos de produtos.

2. Uma transecção da medula espinal em C7 provavelmente resultaria em paralisia do pescoço para baixo. Uma transecção em T10 produziria paralisia e eliminaria os estímulos sensitivos apenas na metade inferior do corpo.

3. O hemisfério esquerdo contém o centro da área interpretativa geral e o centro da fala, e é responsável pela realização de tarefas analíticas, de tomada de decisão lógica e por habilidades relacionadas à linguagem (leitura, escrita e fala). O hemisfério direito analisa a informação sensitiva e relaciona o corpo com o meio ambiente sensitivo. Os centros interpretativos nesse hemisfério permitem a identificação de objetos familiares através do tato, do olfato, da visão, do paladar, ou seja, dos sentidos. O hemisfério direito também é importante na compreensão de relações tridimensionais e na análise do contexto emocional de uma conversação.

4. Os tumores cerebrais não resultam da divisão incontrolada de neurônios, mas de células da neuróglia, que podem se dividir. Além disso, as células das meninges também podem dar origem a tumores.

5. Os centros do bulbo estão envolvidos com as atividades respiratórias e cardíacas.

CAPÍTULO 8

Revisão do Módulo 8.1

a. As três camadas são o epineuro (externo), o perineuro (intermediário) e o endoneuro (interno). Os principais ramos periféricos de um nervo espinal são o ramo dorsal e o ramo ventral.

b. Um dermátomo é uma região sensorial bilateral inervada por um único par de nervos espinais.

c. O herpes-zóster é a reativação do vírus varicela-zóster (VVZ), que é o mesmo vírus da herpes que causa a varicela. Quando ativo, o VVZ provoca uma inflamação dolorida nos gânglios dorsais dos nervos espinais e ao longo desses nervos, com erupções cutâneas formando um cinto ao redor do tronco ou um padrão linear abaixo dos membros superiores, pois ele segue um dermátomo.

Revisão do Módulo 8.2

a. Os nervos cranianos, por nome e número, são os seguintes: olfatório (I), óptico (II), oculomotor (III), troclear (IV), trigêmeo (V), abducente (VI), facial (VII), vestibular (VIII), glossofaríngeo (IX), vago (X), acessório (XI) e hipoglosso (XII).

b. Os nervos cranianos com funções motoras são apenas o troclear (IV), o abducente (VI), o acessório (XI) e o hipoglosso (XII).

c. Os nervos cranianos que são mistos são o nervo trigêmeo (V), o nervo facial (VII), o nervo glossofaríngeo (IX) e o nervo vago (X).

Revisão do Módulo 8.3

a. Um plexo nervoso é o entrelaçamento de ramos primários ventrais. Os plexos mais importantes são o cervical, o braquial, o lombar e o sacral.

b. Danos ao plexo cervical – ou mais especificamente aos nervos frênicos, que se originam nesse plexo e inervam o diafragma – iriam interferir significativamente na capacidade de respirar, podendo até mesmo ser fatais.

c. Os principais nervos associados com o plexo braquial são o nervo radial, o nervo musculocutâneo, o nervo mediano e o nervo ulnar.

Revisão do Módulo 8.4

a. Um homúnculo sensorial ou sensitivo é um mapa funcional do córtex sensorial primário mostrando os números relativos de neurônios que recebem informações sensoriais de cada parte do corpo.

b. A via corticoespinal carrega as informações motoras do córtex cerebral à medula espinal, de onde continuam para os músculos esqueléticos.

c. O hemisfério cerebral direito controla o lado esquerdo do corpo.

Revisão do Módulo 8.5

a. Todos os reflexos são respostas rápidas e inconscientes a estímulos físicos que restauram ou mantêm a homeostase.

b. Um reflexo é uma resposta rápida e automática a um estímulo. Um arco reflexo inclui o receptor, o neurônio sensorial, o neurônio motor e o efetor envolvidos num determinado reflexo; dependendo do reflexo considerado, os interneurônios podem estar presentes.

c. No reflexo patelar, a resposta observada é a extensão da perna na altura do joelho e os efetores envolvidos são os músculos do quadríceps femoral.

Revisão do Módulo 8.6

a. O reforço é um aprimoramento dos reflexos da medula espinal. Ele ocorre quando o neurônio pós-sináptico entra em um estado de facilitação generalizada causado por atividade em outras sinapses excitatórias.

b. O teste de reflexo fornece informações sobre o estado do sistema nervoso.

c. O reflexo de Babinski positivo em adultos é anormal; indica possível dano no trato descendente na medula espinal.

Revisão do Módulo 8.7

a. A dor referida é uma sensação dolorosa em uma parte do corpo que não é a fonte real da dor.

b. Depois de ser mordido por um animal raivoso, o vírus da raiva infecta os nervos periféricos. Um fluxo inverso transporta as partículas virais para dentro do SNC.

c. A esclerose lateral amiotrófica (ELA), comumente chamada de doença de Lou Gehrig, é uma degeneração progressiva dos neurônios motores do SNC que leva à atrofia muscular e eventual paralisia.

Revisão da Seção 1

1. a. bulbo olfatório (associado com N I, olfatório, S); **b.** oculomotor (III), M; **c.** trigêmeo (V), B; **d.** facial (VII), B; **e.** glossofaríngeo (IX), B; **f.** vago (X), B; **g.** óptico (II), S; **h.** troclear (IV), M; **i.** abducente (VI), M; **j.** vestibulococlear (VIII), S; **k.** hipoglosso (XII), M; **l.** acessório (XI), M.

2. a. receptor; **b.** neurônio sensorial; **c.** interneurônio; **d.** medula espinal (SNC); **e.** neurônio motor; **f.** efetor.

3. a. herpes-zóster; **b.** epineuro; **c.** reflexo plantar; **d.** nervo frênico; **e.** plexo nervoso; **f.** via corticospinal; **g.** via da coluna posterior; **h.** endoneuro; **i.** paralisia cerebral; **j.** reforço.

Revisão do Módulo 8.8

a. Respostas gerais ao aumento de atividade simpática incluem (1) estado de alerta mental elevado, (2) aumento da taxa metabólica, (3) redução das funções digestivas e urinárias, (4) ativação de reservas de energia, (5) aumento da frequência respiratória e dilatação das vias respiratórias, (6) elevação da frequência cardíaca e pressão arterial e (7) ativação das glândulas sudoríferas. Respostas gerais ao aumento da atividade parassimpática incluem (1) diminuição da taxa metabólica, (2) diminuição da frequência cardíaca e pressão sanguínea, (3) diminuição da frequência respiratória e constrição das vias respiratórias, (4) um aumento da secreção pelas glândulas salivares e digestivas, (5) aumento da motilidade e do fluxo sanguíneo no trato digestivo, e (6) estimulação da micção e defecação.

b. Um gânglio intramural é um grupo de neurônios parassimpáticos incorporado ao tecido de um órgão-alvo.

c. Medula espinal → neurônio pré-ganglionar (T1-L5) → gânglios colaterais → fibras pós-ganglionares → efetores viscerais na cavidade abdominopélvica.

Revisão do Módulo 8.9

a. Os nervos esplâncnicos são fibras pré-ganglionares aos gânglios colaterais existentes nas vísceras de órgãos internos, especialmente naquelas do abdômen.

b. O nervo vago (X) é responsável pelo maior do fluxo de saída do sistema nervoso parassimpático.

c. Os nervos simpáticos são feixes de fibras pós-ganglionares provenientes dos gânglios cervicais simpáticos que inervam as estruturas da cavidade torácica.

Revisão do Módulo 8.10

a. A acetilcolina (ACh) é o neurotransmissor liberado por todos os neurônios parassimpáticos.

b. A divisão parassimpática às vezes é referida como o sistema anabólico, em virtude de o estímulo parassimpático levar a um aumento geral no teor de nutrientes do sangue. As células em todo o corpo respondem ao aumento absorvendo os nutrientes e usando-os para suportar o crescimento e outras atividades anabolizantes, como a síntese de glicogênio.

c. Em indivíduos tensos (ansiosos), um aumento na estimulação simpática provavelmente causaria um aumento em alguns ou em todos os seguintes aspectos: estado de alerta, frequência cardíaca, pressão sanguínea e respiração.

Revisão da Seção 2

1. a. gânglios simpáticos cervicais; **b.** gânglios da cadeia simpática; **c.** gânglios coccígeos; **d.** nervos, simpáticos; **e.** plexos cardíaco e pulmonar; **f.** gânglio celíaco; **g.** gânglio mesentérico superior; **h.** nervos esplâncnicos; **i.** gânglio mesentérico inferior.

2. a. P; **b.** P; **c.** S; **d.** P; **e.** S; **f.** S; **g.** P; **h.** S; **i.** S; **j.** S; **k.** P; **l.** S; **m.** P.

3. a. divisão simpática: cornos laterais dos segmentos medulares de T1-L2, divisão parassimpática: tronco encefálico e segmentos medulares de S2-S4; **b.** divisão simpática: próximo à coluna vertebral, divisão parassimpática: intramural, alguns terminais; **c.** divisão simpática: curtas; liberação de acetilcolina, divisão parassimpática: longas; liberação de ACh; **d.** divisão simpática: longas; normalmente liberam norepinefrina (NE), divisão parassimpática: curtas; liberação de ACh; **e.** divisão simpática: estimula o metabolismo; aumenta o estado de alerta; prepara-se para situação de emergência (resposta de "luta ou fuga"), divisão parassimpática: promove o relaxamento, absorção de nutrientes, armazenamento de energia ("descanso e digestão").

Resumo do capítulo

1. N I: olfatório; N II: óptico; N III: oculomotor; N IV: troclear; N V: trigêmeo; N VI: abducente; N VII: facial; N VIII: vestibulococlear; N IX: glossofaríngeo; N X: vago; N XI: acessório; N XII: hipoglossal.

2. Um neurônio sensorial que proporciona sensações ao SNC é um neurônio de primeira ordem. Dentro do sistema nervoso central, o axônio do neurônio de primeira ordem realiza sinapses em um neurônio de segunda ordem, que é um interneurônio localizado na medula espinal ou no tronco encefálico. O neurônio de segunda ordem realiza sinapse em um neurônio de terceira ordem no tálamo. Os axônios dos neurônios de terceira ordem realizam sinapse em neurônios do córtex sensorial primário dos hemisférios cerebrais.

3. Um homúnculo motor, uma área mapeada do córtex motor primário, fornece uma indicação do grau de controle motor bom disponível. Um homúnculo sensorial indica o grau de sensibilidade dos receptores sensoriais periféricos. Ambos os mapas mostram a relação de número de neurônios associados com cada área do corpo. Quanto maior for o número de neurônios que inervam cada área, maior a parte do corpo que aparece no homúnculo.

4. O tempo de resposta no reflexo patelar é mais rápido do que em um reflexo de retirada, porque, com apenas uma sinapse, o tempo de atraso sináptico é minimizado. Em um reflexo de retirada, o tempo de atraso total é proporcional ao número de sinapses envolvido.

5. As fibras pré-ganglionares simpáticas emergem das regiões torácica e lombar da medula espinal (T1-L2). As fibras parassimpáticas emergem do tronco encefálico (mesencéfalo, ponte e bulbo) e da região sacral da medula espinal.

CAPÍTULO 9

Revisão do Módulo 9.1

a. Os seis tipos de receptores táteis são os seguintes: com terminações nervosas livres (sensíveis

ao tato e pressão), plexos da raiz do pelo (monitora distorções e movimentos em toda a superfície corporal), discos táteis e células epiteliais especializadas (detectam tato agradável e pressão), corpúsculos táteis (detectam tato agradável e pressão), corpúsculos lamelares (sensíveis à pulsação ou estímulo de vibração, como a pressão de profundidade) e corpúsculos de Ruffini (sensíveis à pressão e distorção da pele).

b. Receptores tácteis encontrados apenas na derme são os corpúsculos táteis, corpúsculos lamelares e corpúsculos de Ruffini.

c. Um corpúsculo de Ruffini é mais sensível à pressão profunda contínua; ao contrário de um corpúsculo lamelar, ele não se adapta com facilidade.

Revisão do Módulo 9.2

a. Os barorreceptores são receptores que detectam alterações na pressão e os quimiorreceptores são receptores que detectam alterações em concentrações de compostos químicos dissolvidos ou gases.

b. Os quimiorreceptores seriam sensíveis à mudanças no pH do sangue.

c. Os barorreceptores são encontrados ao longo do sistema digestório, no interior das paredes da bexiga urinária, no seio carotídeo e no seio aórtico, pulmões e cólon.

Revisão da Seção 1

1. a. terminação nervosa livre; **b.** plexo da raiz do pelo; **c.** discos tácteis; **d.** corpúsculo tátil; **e.** corpúsculo de Ruffini; **f.** corpúsculos lamelares.

2 a. terminações nervosas livres; **b.** quimiorreceptores; **c.** receptores táteis; **d.** barorreceptores; **e.** termorreceptores; **f.** quimiorreceptores; **g.** termorreceptores; **h.** quimiorreceptores; **i.** barorreceptores; **j.** proprioceptores; **k.** nociceptores.

3. a. Os sentidos gerais referem-se a nossa sensibilidade à temperatura, dor, tato, pressão, vibração e propriocepção. **b.** Receptores táteis na pele que podem ser estimulados são terminações nervosas livres, discos táteis, corpúsculos táteis e plexos da raiz do pelo. Sua mordida certamente estimularia nociceptores (terminações nervosas livres) que proporcionam a sensação de dor.

Revisão do Módulo 9.3

a. O olfato envolve os receptores olfatórios em um par de órgãos olfatórios respondendo a estímulos químicos.

b. A gustação é proporcionada pelos receptores gustativos que respondem a estímulos químicos.

c. Os axônios do epitélio olfatório formam feixes que atingem o bulbo olfatório. Em seguida, os axônios deixam o bulbo olfatório e seguem ao longo do trato olfatório em direção ao córtex olfatório, ao hipotálamo, e para partes do sistema límbico.

Revisão do Módulo 9.4

a. O martelo, a bigorna e o estribo são os três ossículos da orelha média.

b. A tuba auditiva é uma passagem que conecta a nasofaringe com a cavidade da orelha média, que equaliza a pressão no interior da cavidade timpânica; é também chamada de Trompa de Eustáquio.

c. Otites externas são relativamente incomuns porque o cerume, secretado pelas glândulas ceruminosas, inibe o crescimento microbiano, reduzindo assim as chances de infecção.

Revisão do Módulo 9.5

a. O labirinto ósseo é composto dos canais semicirculares que encerram os ductos semicirculares, o vestíbulo e a cóclea.

b. A perilinfa circunda e separa o labirinto membranoso do labirinto ósseo.

c. Dentro do labirinto membranoso, receptores no vestíbulo respondem à gravidade ou à aceleração, receptores nos ductos semicirculares respondem à rotação, e receptores no ducto coclear respondem ao som.

Revisão do Módulo 9.6

a. Otólitos ("pedras do ouvido") são cristais de carbonato de cálcio que se posicionam no topo da membrana otolítica gelatinosa de cada mácula.

b. Receptores do sáculo e do utrículo proporcionam sensações de gravidade (movimento vertical) e de aceleração linear (movimento horizontal).

c. Danos à cúpula do ducto semicircular lateral iriam interferir na percepção da rotação horizontal da cabeça.

Revisão do Módulo 9.7

a. O órgão espiral está localizado no ducto coclear da cóclea da orelha média.

b. A perilinfa está localizada nos espaços da escala vestibular e timpânica, e a endolinfa preenche o ducto coclear.

c. As características que podem ser observadas em uma vista seccional da cóclea espiral incluem a membrana basilar, a membrana vestibular, a escala vestibular, o órgão espiral, o ducto coclear, a escala timpânica, o osso temporal (parte petrosa) e o nervo coclear.

Revisão do Módulo 9.8

a. Um decibel é a unidade utilizada para medir a intensidade do som.

b. As ondas sonoras entram no meato acústico externo → seguem para a membrana timpânica → ossículos da orelha média → janela oval→ escala vestibular → membrana basilar para escala timpânica → células ciliadas contra membrana tectória → ramo coclear do VIII nervo craniano.

c. Se a janela redonda não pudesse se mover, a perilinfa não seria movimentada pela vibração do estribo na janela oval, reduzindo ou eliminando a percepção do som.

Revisão do Módulo 9.9

a. As estruturas acessórias associadas ao olho incluem as pálpebras, os cílios, a comissura medial, a córnea, a comissura lateral, a carúncula lacrimal, a conjuntiva, as glândulas do tarso e o aparelho lacrimal.

b. A conjuntivite é uma inflamação da conjuntiva, geralmente causada por uma infecção patogênica ou por irritação física, alérgica ou química, da superfície da conjuntiva. O sinal mais evidente, vermelhidão, resulta da dilatação de vasos sanguíneos profundos da conjuntiva.

c. A conjuntiva seria a primeira camada do olho afetada pela produção inadequada de lágrimas.

Revisão do Módulo 9.10

a. As camadas do olho são a camada fibrosa, a camada vascular e a camada neural (retina).

b. A íris, a parte colorida do olho, contém células pigmentares que determinam a cor do olho de um indivíduo.

c. Os músculos oculares extrínsecos e suas ações são as seguintes: oblíquo superior (movimenta o olho para baixo e lateralmente), reto superior (movimenta o olho para cima), reto lateral (movimenta o olho lateralmente), oblíquo inferior (movimenta o olho para cima e lateralmente), reto inferior (move o olho para baixo) e reto medial (movimenta o olho medialmente).

Revisão do Módulo 9.11

a. A córnea não possui vasos sanguíneos.

b. Iniciando pela córnea, as estruturas e fluidos pelos quais passa a luz são o humor aquoso, a pupila da íris, o cristalino, o humor vítreo e a retina.

c. Com a diminuição da intensidade da luz, os músculos dilatadores da pupila fazem com que as pupilas aumentem em tamanho.

Revisão do Módulo 9.12

a. O ponto focal é um ponto específico de intersecção de um raio de luz sobre a retina.

b. Quando os músculos ciliares estão relaxados, você está observando um objeto a distância.

c. A elasticidade do cristalino tende a diminuir com a idade, provocando, assim, um aumento no ponto mais próximo da visão.

Revisão do Módulo 9.13

a. Os bastonetes são fotorreceptores responsáveis pela visão em ambiente com pouca iluminação. Os cones são fotorreceptores que exigem mais luz do que os bastonetes. Eles nos proporcionam a visão das cores.

b. Você provavelmente não será capaz de ver tudo. A luz estaria focada na fóvea, que contém apenas cones, os quais precisam de luz de alta intensidade para ser estimulados. O quarto mal iluminado contém pouca luz, o que não é suficiente para estimular os cones.

c. Se você tivesse nascido sem cones, você ainda seria capaz de enxergar – se tivesse seus bastonetes funcionando. Porém enxergaria apenas em preto e branco, e com acuidade visual reduzida.

Revisão do Módulo 9.14

a. Cones azuis, verdes e vermelhos são os três tipos de cones.

b. O *flash* de uma câmera deixa em sua retina uma imagem de "fantasma" provocada pelo *flash* de luz, até que o processo de branqueamento seja concluído. O branqueamento é um processo de consumo de energia que restaura a retina à sua forma original, permitindo ao fotorreceptor ser novamente ativado pela luz.

c. A deficiência de vitamina A iria reduzir a quantidade de retinal a ser produzido pelo corpo, portanto interferindo na visão noturna.

Revisão do Módulo 9.15

a. A radiação óptica é o feixe de fibras de projeção que liga os núcleos geniculados laterais do tálamo ao córtex visual.

b. As imagens visuais são percebidas no córtex visual dos lobos occipitais.

c. Via visual: fotorreceptores na retina → célula bipolar → células ganglionares → axônios da população de células ganglionares convergem em disco óptico → nervo óptico (III) → quiasma óptico → trato óptico → núcleo geniculado lateral do tálamo → córtex occipital do hemisfério cerebral.

Revisão do Módulo 9.16

a. Emetropia é o termo para definir uma visão normal.

b. Dois procedimentos cirúrgicos refrativos para a correção de miopia e hipermetropia são a ceratotomia fotorrefrativa (CFR) e a correção visual a laser (LASIK). Tanto a CFR como a LASIK alteram permanentemente a córnea, através do uso de lasers que cortam o epitélio corneal e o remodelam.

c. Uma lente convergente com uma superfície convexa corrigiria a hipermetropia.

Revisão do Módulo 9.17

a. Os nervos cranianos VII (facial), IX (glossofaríngeo) e X (vago) proporcionam as sensações gustativas da língua.

b. A surdez de condução, a surdez nervosa e infecções bacterianas ou virais são comuns – ou levam a transtornos relacionados com a audição.

c. A vertigem é causada por algo que altera a função do complexo receptor da orelha interna, do ramo vestibular do nervo vestibulococlear, ou dos núcleos sensitivos e vias do sistema nervoso central. Outras causas incluem qualquer coisa que coloca a endolinfa em movimento, consumo excessivo de álcool, exposição a certas drogas e febre.

Revisão da Seção 2

1. a. câmara posterior; **b.** coroide; **c.** fóvea; **d.** nervo óptico; **e.** disco óptico; **f.** retina; **g.** esclera; **h.** conjuntiva; **i.** corpo ciliar; **j.** íris; **k.** cristalino (lente); **l.** córnea; **m.** ligamentos.

2. a. orelha externa; **b.** orelha média; **c.** orelha interna; **d.** aurícula; **e.** meato acústico externo; **f.** membrana timpânica; **g.** ossículos da orelha média; **h.** cavidade timpânica; **i.** parte petrosa do osso temporal; **j.** nervo vestibulococlear (VIII); **k.** cóclea; **l.** tuba auditiva.

3. a. papilas linguais; **b.** botão gustativo; **c.** cones, **d.** córtex cerebral; **e.** disco óptico; **f.** estribo; **g.** bulbo olfatório; **h.** órgão espiral; **i.** endolinfa.

4. Quando a luz incide sobre o olho, ela passa através da córnea e atinge os fotorreceptores da retina, branqueando (quebrando) muitas moléculas do pigmento rodopsina em retinal e opsina. Depois de uma intensa exposição à luz, um fotorreceptor não pode responder por mais estimulação, até que as moléculas de rodopsina tenham se regenerado pela conversão de moléculas de retinal à sua forma original, e recombinação com as moléculas de opsina. A imagem do "fantasma" permanece até que as moléculas de rodopsina estejam regeneradas.

Resumo do capítulo

1. Os sentidos gerais incluem as sensações somáticas e as viscerais, como temperatura, dor, tato, pressão, vibração e propriocepção. Os sentidos especiais incluem o olfato, a gustação, a audição, o equilíbrio e a visão. Os receptores para os sentidos especiais estão localizados na cabeça.

2. As sensações olfatórias são duradouras e estão vinculadas a nossa memória e emoções, em virtude de o sistema olfatório ter amplas conexões com o sistema límbico.

3. Quando você se vira para olhar para o seu amigo, seu músculo reto medial irá se contrair, direcionando seu olhar medialmente. Além disso, suas pupilas irão se contrair e as lentes irão se tornar mais esféricas.

4. O barulho dos fogos de artifício transmitiu tanta energia para a endolinfa na cóclea, que o líquido continua a se mover por um longo tempo. Enquanto a endolinfa estiver se movimentando, ela irá vibrar a membrana tectória e estimular as células ciliadas. Essa estimulação produz a sensação de "ainda estar ouvindo o barulho dos fogos", que Mona percebe. Ela tem dificuldade para ouvir conversas normais porque as vibrações associadas com a conversa não são fortes o suficiente para superar as correntes que já que se deslocam pela endolinfa, de modo que fica difícil discernir o padrão de vibrações contra o "ruído" de fundo.

5. A descida rápida no elevador faz com que as máculas do sáculo do vestíbulo deslizem para cima, produzindo uma sensação de movimento vertical de queda. Quando o elevador para repentinamente, as máculas não. Passam-se alguns segundos até que elas parem na posição normal. Enquanto as máculas estiverem deslocadas, a percepção de movimento irá permanecer.

CAPÍTULO 10

Revisão do Módulo 10.1

a. O sistema endócrino é composto pelas glândulas endócrinas e tecidos cuja função principal é a produção de hormônios. Estes mensageiros químicos são transportados através da corrente sanguínea para as células-alvo, em outras áreas do corpo.

b. Os hormônios são classificados conforme sua estrutura química. Os derivados de aminoácidos (hormônios da tireoide, catecolaminas e derivados do triptofano) são moléculas pequenas estruturalmente relacionadas a aminoácidos individuais. Os hormônios peptídicos (cadeias de polipeptídeos curtos e glicoproteínas) são cadeias de aminoácidos; eles são sintetizados como pró-hormônios. Os derivados lipídicos (hormônios eicosanoides e esteroides) são anéis de carbono e cadeias laterais que são construídas a partir de ácidos graxos ou colesterol.

c. Os principais órgãos do sistema endócrino incluem o hipotálamo, a hipófise, a glândula tireoide, as glândulas paratireoides, as glândulas suprarrenais, o pâncreas e a glândula pineal. Os órgãos e tecidos com funções endócrinas secundárias incluem o coração, o timo, o sistema digestório, o tecido adiposo, os rins e as gônadas.

Revisão do Módulo 10.2

a. Os hormônios ligam-se a receptores na membrana plasmática e ativam as proteínas G, ou passam direto pela membrana plasmática das células-alvo e ligam-se a receptores no núcleo.

b. Os hormônios não esteroides ligam-se aos receptores da membrana plasmática, pois não são lipossolúveis e, portanto, não conseguem penetrar na membrana plasmática.

c. Os hormônios esteroides ligam-se a receptores no citoplasma.

Revisão do Módulo 10.3

a. Três mecanismos de controle hipotalâmico sobre as funções endócrinas incluem (1) a secreção de hormônios reguladores para controlar a atividade do lobo anterior da hipófise, (2) a produção de hormônio antidiurético e ocitocina, e (3) o controle da eferência simpática para a medula suprarrenal.

b. Um hormônio regulador é um hormônio especial secretado pelo hipotálamo para controlar as células endócrinas da hipófise.

c. Hormônios liberadores estimulam a síntese e a secreção de um ou mais hormônios do lobo anterior da hipófise, e a hormônios inibitórios impedem a síntese e a secreção de hormônios do lobo anterior da hipófise.

Revisão da Seção 1

1. a. catecolaminas; **b.** hormônios da tireoide; **c.** derivados do triptofano; **d.** hormônios peptídicos; **e.** polipeptídeos curtos; **f.** glicoproteínas; **g.** proteínas pequenas; **h.** derivados de lipídios; **i.** eicosanoides; **j.** hormônios esteroides; **k.** proteínas transportadoras.

2. a. mensageiros químicos para transmitir informações e instruções entre as células; **b.** atividades metabólicas de muitos tecidos e órgãos que apresentam simultaneamente os mesmos receptores; **c.** ambos os sistemas dependem de mensageiros químicos que se ligam às células-alvo com receptores específicos; **d.** liberação e inibição; **e.** liberação de segundos mensageiros quando ocorre a ligação ao receptor de superfície na membrana plasmá-

tica; **f.** ligação aos receptores-alvo no citoplasma ou no núcleo; **g.** ligação a proteínas de transporte específicas do plasma sanguíneo; **h.** tipos, quantidades, ou atividades de enzimas importantes e de proteínas estruturais.

Revisão do Módulo 10.4

a. Os dois lobos da hipófise são o lobo anterior e o lobo posterior. O lobo anterior contém células endócrinas que produzem e secretam hormônios. Os hormônios secretados pelo lobo posterior são produzidos pelos neurônios no hipotálamo.

b. Os hormônios do lobo anterior e seus tecidos-alvo são os seguintes: (1) o hormônio tireoestimulante (TSH) tem como alvo a glândula tireoide; (2) o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) tem como alvo o córtex suprarrenal; (3) o hormônio folículo estimulante (FSH), e (4) o hormônio luteinizante (LH), que tem como alvo as gônadas (testículos nos homens e ovários nas mulheres); (5) o hormônio do crescimento (GH), que tem como alvo as células do músculo esquelético, os condrócitos, as células epiteliais, os tecidos conjuntivos (como o tecido adiposo) e as células do fígado; e (6) a prolactina (PRL), que tem como alvo as glândulas mamárias nas mulheres. Os hormônios do lobo posterior e seus tecidos-alvo são os seguintes: (1) a ocitocina (OXT), que tem como alvo os músculos lisos do útero e as glândulas mamárias, e (2) o hormônio antidiurético (ADH), que tem como alvo os rins. A *pars intermedia* do lobo anterior secreta o hormônio estimulante de melanócitos (MSH), que tem como alvo os melanócitos.

c. Na desidratação, a pressão osmótica do sangue é aumentada, o que estimularia o lobo posterior da hipófise a liberar mais ADH .

Revisão do Módulo 10.5

a. A tiroxina (T_4), a triiodotironina (T_3) e a calcitonina são hormônios associados à glândula tireoide.

b. Os hormônios tireoidianos elevam as taxas de consumo de oxigênio, aumentam a frequência cardíaca e a força de contração, aumentam a sensibilidade à estimulação simpática, mantêm a sensibilidade normal dos centros respiratórios às mudanças nas concentrações de oxigênio e gás carbônico, estimulam a formação dos glóbulos vermelhos, estimulam atividades em outros tecidos endócrinos e aceleram a renovação mineral no osso.

c. A maior parte da reserva do hormônio da tireoide no corpo, a tiroxina, está ligada às proteínas do sangue denominadas globulinas de ligação da tireoide. Como esses compostos representam uma grande reserva de tiroxina, demora ainda vários dias, após a remoção da glândula tireoide, para que os níveis sanguíneos da tiroxina declinem.

Revisão do Módulo 10.6

a. As glândulas paratireoides estão embutidas nas superfícies posteriores da glândula tireoide.

b. O paratormônio (PTH) aumenta o nível de cálcio no sangue, reduzindo a deposição de cálcio nos ossos, aumentando a reabsorção de cálcio do sangue pelos rins, e a produção de calcitriol nos rins, o que melhora a absorção de Ca^{2+} pelo sistema digestório.

c. O aumento dos níveis de cálcio no sangue levaria ao aumento da secreção de calcitonina.

Revisão do Módulo 10.7

a. As duas regiões da glândula suprarrenal são o córtex e a medula. O córtex secreta mineralocorticoides (principalmente a aldosterona), glucocorticoides (principalmente o cortisol, a hidrocortisona e a corticosterona), e andrógenos; a medula secreta epinefrina e norepinefrina.

b. Os rins são os tecidos-alvo da aldosterona.

c. Uma função do cortisol é diminuir a utilização de glicose pela célula, aumentando assim a glicose disponível (por promover a quebra do glicogênio) e a conversão de aminoácidos em carboidratos. Como consequência, portanto, o resultado da elevação dos níveis de cortisol seria uma elevação da glicose no sangue.

Revisão do Módulo 10.8

a. As células das ilhotas pancreáticas (e seus hormônios) são células alfa (glucagon) e células beta (insulina).

b. A insulina é secretada para diminuir as concentrações de glicose no sangue.

c. O aumento dos níveis de glucagon estimula a conversão de glicogênio em glicose no fígado, que, por sua vez, reduziria a quantidade de glicogênio armazenada no fígado.

Revisão do Módulo 10.9

a. A glândula pineal está localizada na porção posterior do teto do terceiro ventrículo.

b. A secreção da melatonina é influenciada pelos padrões dia-noite (ciclos de claro e escuro). Uma quantidade maior de luz inibiria a produção (e liberação) de melatonina pela glândula pineal, que recebe aferências nervosas de ramos colaterais da via visual.

c. A melatonina inibe as funções reprodutivas, protege contra danos causados aos tecidos pelos radicais livres e define os ritmos circadianos.

Revisão do Módulo 10.10

a. O diabetes mellitus é uma condição causada por produção inadequada ou pela diminuição da sensibilidade à insulina, que resulta na elevação dos níveis de glicose no sangue.

b. Dois tipos de diabetes mellitus são o Tipo 1 e Tipo 2. O Tipo 1 é caracterizado pela produção inadequada de insulina pelas células beta do pâncreas. O Tipo 2 é caracterizado por resistência à insulina (incapacidade de o organismo utilizar a insulina devidamente).

c. Três problemas clínicos causados pela diabetes são a retinopatia diabética (a proliferação de capilares e hemorragia na retina), a nefropatia diabética (alterações degenerativas nos rins, o que pode levar a insuficiência renal) e neuropatia diabética (fluxo anormal do sangue para os tecidos neurais, causando uma variedade de problemas com os nervos periféricos e função autônoma).

Revisão do Módulo 10.11

a. Fase de alarme, fase de resistência e fase de exaustão são as três fases da resposta ao estresse.

b. A fase de resistência é caracterizada por ajustes metabólicos de longo prazo, incluindo mobilização das reservas de energia restantes, conservação de glicose para os tecidos neurais, elevação das concentrações de glicose no sangue e conservação de sais e água com perda de K^+ e H^+.

c. Durante a fase de exaustão da resposta ao estresse ocorre um colapso dos sistemas vitais.

Revisão da Seção 2

1. a. glândula pineal; **b.** ilhotas pancreáticas; **c.** glândulas suprarrenais; **d.** glândula hipófise; **e.** glândula tireoide; **f.** glândulas paratireoides.

2. a. prolactina (PRL); **b.** hormônio do crescimento (GH); **c.** hormônios da tireoide (T3, T4); **d.** hormônio antidiurético (ADH); **e.** glucagon; **f.** ocitocina (OXT); **g.** calcitriol ; **h.** cortisol; **i.** insulina; **j.** paratormônio (PTH); **k.** calcitonina; **l.** aldosterona.

3. a. osmorreceptores; **b.** glândula hipófise; **c.** FSH; **d.** ACTH; **e.** hiperglicemia; **f.** ameaça à homeostase; **g.** diabetes mellitus; **h.** ativação simpática; **i.** glicocorticoides; **j.** íons iodeto.

4. O calcitriol aumenta a absorção do íon cálcio pelo sistema digestório e o paratormônio (PTH) inibe a atividade dos osteoblastos e aumenta a reabsorção do íon cálcio pelos rins.

Resumo do capítulo

1. Estruturalmente, o hipotálamo é uma parte do diencéfalo. O hipotálamo (1) secreta ADH e ocitocina, que tem como alvo os órgãos periféricos; (2) controla as secreções da medula suprarrenal e (3) libera hormônios reguladores que controlam a glândula hipófise.

2. A medula suprarrenal é controlada pelo sistema nervoso simpático, enquanto o córtex suprarrenal é estimulado pela liberação de ACTH pelo lobo anterior da glândula hipófise.

3. Um dos benefícios de um sistema de porta é que ele garante que os hormônios controladores serão entregues diretamente às células-alvo. Outro benefício, como consequência de os hormônios irem diretamente para as suas células-alvo, sem primeiro passar pela circulação geral, é que eles não são diluídos. O hipotálamo pode controlar as células do lobo anterior da glândula hipófise com uma quantidade muito menor de hormônios liberadores e inibidores do que seria necessário caso os hormônios tivessem que passar primeiro pela circulação antes de chegar à glândula hipófise.

4. Julie provavelmente terá níveis sanguíneos elevados de paratormônio. Como sua dieta pobre não fornece cálcio suficiente para o

feto em desenvolvimento, o feto remove grandes quantidades de cálcio do sangue materno. O baixo nível de cálcio no sangue, resultante desta situação, vai elevar os níveis do paratormônio no sangue e aumentar a remoção do cálcio armazenado no esqueleto materno.

5. **a.** Paciente A: diminuição da produção de insulina, indicando diabetes mellitus; Paciente B: baixa produção de hormônios da tireoide; **b.** Paciente A: disfunção pancreática; Paciente B: distúrbio da tireoide.

CAPÍTULO 11

Revisão do Módulo 11.1

a. O hematócrito (PCV)é o percentual do volume de sangue integral representado pelos elementos figurados.

b. O sangue é composto de plasma (55%) e de elementos figurados (45%). O plasma é composto por água, proteínas do plasma, e outros solutos. Os elementos figurados consistem de glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas.

c. Durante uma infecção, a quantidade de anticorpos (também chamados de imunoglobulinas) e de glóbulos brancos seria elevada, pois eles fazem parte dos mecanismos de defesa do organismo.

Revisão do Módulo 11.2

a. É importante para os glóbulos vermelhos ter uma área de superfície grande em comparação com o volume, porque isso permite uma troca rápida de oxigênio entre o interior da célula e o plasma circundante.

b. A hemoglobina é uma proteína composta de quatro subunidades globulares, cada uma ligada à molécula heme que contém um íon ferro. A hemoglobina proporciona aos glóbulos vermelhos a capacidade para transportar oxigênio no sangue.

c. A oxihemoglobina (HbO_2) é a hemoglobina em combinação com o oxigênio, que é de cor vermelho brilhante; a desoxihemoglobina (Hb) é a hemoglobina cujo ferro não se ligou ao oxigênio e de cor vermelha escura.

Revisão do Módulo 11.3

a. Os antígenos de superfície nos glóbulos vermelhos são proteínas da membrana plasmática que determinam o tipo sanguíneo. O corpo reconhece esses antígenos de superfície como "normal" ou "próprio".

b. Apenas o sangue tipo O pode ser seguramente transfundido em uma pessoa cujo tipo sanguíneo é O.

c. Uma pessoa com sangue tipo A tem anticorpos anti-B no seu plasma, por isso, se a pessoa recebesse uma transfusão de sangue tipo B, os glóbulos vermelhos do sangue transfundido iriam se aglutinar, bloqueando potencialmente o fluxo sanguíneo para vários órgãos e tecidos.

Revisão do Módulo 11.4

a. A doença hemolítica do recém-nascido (DHRN) é uma condição na qual os anticorpos maternos atacam e destroem os glóbulos vermelhos, resultando em anemia fetal. Ela ocorre em uma mãe Rh- sensibilizada gerando um feto Rh+.

b. O RhoGAM contém anticorpos para o fator Rh. Quando o RhoGAM é injetado em uma mãe Rh- grávida de um segundo feto Rh+, os anticorpos anti-Rh injetados ligam-se ao antígenos Rh em quaisquer células sanguíneas Rh+ do feto que eventualmente conseguirem alcançar a circulação materna. Isso evita que seu sistema imunológico produza anticorpos anti-Rh contra os glóbulos vermelhos do feto em desenvolvimento.

c. Uma mãe Rh+ que gerou um feto Rh- não necessita de uma injeção RhoGAM, porque o antígeno de superfície Rh já está presente em suas células sanguíneas e seu sangue não contém anticorpos anti-Rh. O feto em desenvolvimento não está em risco, pois não há antígenos de superfície Rh nos seus glóbulos vermelhos.

Revisão do Módulo 11.5

a. Os cinco tipos de glóbulos brancos são os neutrófilos, os eosinófilos, os basófilos, os monócitos e os linfócitos.

b. Um corte infeccionado conteria um grande número de neutrófilos e monócitos, glóbulos brancos que fagocitam patógenos ou detritos nos tecidos infectados por meio de fagocitose.

c. Durante uma inflamação, os basófilos liberam histamina e outros produtos químicos que promovem a inflamação.

Revisão do Módulo 11.6

a. Um hemocitoblasto é uma célula-tronco multipotente cujas divisões produzem células-tronco linfoide e mieloide, que se dividem para formar cada uma das várias populações de elementos figurados.

b. A eritropoietina (EPO) é um hormônio que é liberado quando as concentrações de oxigênio nos tecidos estão baixas. Ela estimula a eritropoiese (formação de células vermelhas do sangue) na medula óssea vermelha.

c. Tanto a célula-tronco linfoide quanto a célula-tronco mieloide originam-se na medula óssea vermelha. As células-tronco linfoide só produzem linfócitos. As células-tronco mieloide dão origem a todos os outros tipos de elementos formados do sangue, exceto os linfócitos.

Revisão do Módulo 11.7

a. Hemostasia é a suspensão da perda de sangue, que consiste em três fases: a fase vascular, a fase plaquetária e a fase de coagulação.

b. A fase vascular é um período de constrição dos vasos sanguíneos locais, ou espasmo vascular, no local da lesão. A fase plaquetária inicia assim que as plaquetas são ativadas, agregam-se no local e aderem às superfícies danificadas. A fase de coagulação ocorre quando os fatores liberados pelas plaquetas e células endoteliais interagem com os fatores de coagulação para formar o coágulo sanguíneo. Nessa sequência de reação, o fibrinogênio é convertido em fibras insolúveis de fibrina.

c. Um êmbolo é um coágulo de sangue à deriva. Um trombo é um coágulo de sangue estacionário que se agrega à parede do vaso sanguíneo e obstrui o fluxo sanguíneo.

Revisão do Módulo 11.8

a. Punção venosa é a perfuração de uma veia para obter uma amostra de sangue.

b. Os dois tipos de leucemia são leucemia mieloide e leucemia linfoide.

c. A anemia por deficiência de ferro é consequência da falta de ferro. Podemos tê-la se a absorção da dieta for inadequada ou se as reservas de ferro estiveram esgotadas. A anemia perniciosa é consequência de deficiência de vitamina B_{12}, que impede a divisão normal das células-tronco na medula óssea vermelha.

Revisão da Seção 1

1. **a.** plasma; **b.** água; **c.** solutos; **d.** proteínas; **e.** eletrólitos, glicose, ureia; **f.** albuminas; **g.** globulinas; **h.** fibrinogênio; **i.** elementos figurados; **j.** eritrócitos; **k.** leucócitos; **l.** plaquetas; **m.** neutrófilos; **n.** eosinófilos; **o.** basófilos; **p.** linfócitos; **q.** monócitos.
2. **a.** coágulo de sangue à deriva; **b.** glóbulos vermelhos maduros; **c.** matriz líquida; **d.** monócitos; **e.** proteína de transporte; **f.** reação cruzada; **g.** linfócitos; **h.** ruptura de glóbulo vermelho; **i.** punção venosa; **j.** complexo de pigmento; **k.** eritropoietina; **l.** plaquetas.
3. Durante a diferenciação, os glóbulos vermelhos de seres humanos (e de outros mamíferos) perdem a maior parte de suas organelas, incluindo núcleos e ribossomos. Como consequência, os glóbulos vermelhos maduros circulantes não podem se dividir ou sintetizar proteínas estruturais e enzimas para restaurações celulares.

Revisão do Módulo 11.9

a. As cinco classes gerais de vasos sanguíneos são artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias.

b. Um capilar é um pequeno vaso sanguíneo localizado entre uma arteríola e uma vênula, cuja parede fina permite a difusão de gases, nutrientes e resíduos entre o plasma e o fluido intersticial.

c. Os vasos sanguíneos são veias. As artérias e arteríolas têm uma grande quantidade de músculo liso em uma túnica média espessa, bem desenvolvida.

Revisão do Módulo 11.10

a. A arteriosclerose é qualquer espessamento e endurecimento das paredes arteriais. A aterosclerose é um tipo de arteriosclerose caracterizada por alterações no revestimento endotelial e formação de depósitos graxos (placas) na túnica média.

b. Os fatores de risco para o desenvolvimento da aterosclerose incluem níveis elevados de colesterol, pressão sanguínea alta e tabagismo.

c. A angioplastia com balão é um procedimento para o tratamento de pequenas placas macias, na qual um catéter com um balão

inflável é colocado na parede de um vaso. Uma vez que o catéter está devidamente posicionado, o balão é insuflado, pressionando a placa contra a parede do vaso.

Revisão do Módulo 11.11

a. Os esfíncteres pré-capilares ajustam o fluxo de sangue em cada capilar para, alternadamente, contrair e relaxar.

b. A vasomotricidade é o ritmo cíclico de alteração no diâmetro do vaso sanguíneo. É causada pela contração e relaxamento dos músculos lisos na entrada de cada capilar. Isto resulta em um fluxo com pulsações, em vez de constante, através de um capilar.

c. Uma anastomose arteriovenosa é uma conexão direta entre uma arteríola e uma vênula. Essa estrutura é regulada pelo sistema nervoso simpático e permite que o sangue não passe pelo leito capilar e siga direto para a circulação venosa.

Revisão do Módulo 11.12

a. As varizes são veias inchadas, distorcidas pela gravidade e por volumes de sangue devido a falhas nas valvas venosas.

b. No sistema arterial, as pressões são suficientemente elevadas para manter o sangue se movendo em uma direção (para longe do coração). No sistema venoso, a pressão sanguínea é muito baixa para manter o sangue se movendo em direção ao coração. As valvas das veias impedem que o sangue flua para trás em qualquer momento que a pressão venosa caia.

c. O fluxo de sangue é mantido nas veias devido à presença das valvas, que impedem o refluxo do sangue, e a contração dos músculos esqueléticos circundantes comprime as veias, auxiliando o retorno do sangue venoso em direção ao coração.

Revisão do Módulo 11.13

a. Os dois circuitos do sistema cardiovascular são o circuito pulmonar e o circuito sistêmico.

b. Os três padrões principais de organização dos vasos sanguíneos são: (1) as distribuições periféricas das artérias e veias no lado esquerdo e direito do corpo são geralmente idênticas, exceto próximo ao coração, onde os vasos maiores se conectam aos átrios e ventrículos; (2) um único vaso pode receber vários nomes, quando atravessa regiões anatômicas específicas, permitindo a realização de descrições anatômicas precisas, principalmente quando o vaso se estende para longe, para áreas mais periféricas; e (3) os tecidos e órgãos são geralmente irrigados por várias artérias e veias.

c. ventrículo direito → artérias pulmonares direita e esquerda → arteríolas pulmonares → capilares alveolares → vênulas pulmonares → veias pulmonares → átrio esquerdo.

Revisão do Módulo 11.14

a. As duas grandes veias que coletam o sangue do circuito sistêmico são a veia cava superior e a veia cava inferior.

b. A aorta é a maior artéria do corpo.

c. Uma das principais diferenças entre o sistema arterial e o sistema venoso é que no pescoço e nos membros há uma drenagem venosa dupla.

Revisão do Módulo 11.15

a. As duas artérias formadas pela divisão do tronco braquiocefálico são as artérias carótida comum direita e a subclávia direita.

b. Uma obstrução da artéria subclávia esquerda iria interferir no fluxo sanguíneo para o braço esquerdo.

c. A veia protuberante é a veia jugular externa.

Revisão do Módulo 11.16

a. O seio carotídeo contém barorreceptores.

b. Os ramos da artéria carótida externa são a artéria temporal superficial, a artéria maxilar, a artéria occipital, a artéria facial e a artéria lingual.

c. A veia jugular externa e a veia jugular interna combinam com a veia vertebral e a veia subclávia para formar a veia braquiocefálica.

Revisão do Módulo 11.17

a. As veias jugulares internas drenam os seios da dura-máter do cérebro.

b. Os ramos da artéria carótida interna dentro da artéria oftálmica (irriga os olhos), a artéria cerebral anterior (irriga os lobos frontal e parietal do cérebro) e a artéria cerebral média (irriga o mesencéfalo e as superfícies laterais dos hemisférios cerebrais).

c. O círculo arterial cerebral, também conhecido como o círculo ou polígono de Willis, é uma anastomose em forma de anel que circunda o infundíbulo da glândula hipófise. Seu arranjo anatômico cria vias alternativas na circulação cerebral, de modo que, se o fluxo sanguíneo é interrompido em uma área, outros vasos sanguíneos podem continuar a abastecer o cérebro com sangue.

Revisão do Módulo 11.18

a. A veia cava inferior recolhe a maior parte do sangue venoso inferior ao diafragma.

b. Os principais tributárias da veia cava inferior são as veias lombares, as veias gonadais, as veias hepáticas, as veias renais, as veias suprarrenais e as veias frênicas.

c. A ruptura do tronco celíaco afetaria mais diretamente o estômago, o baço, o pâncreas, o fígado, a vesícula biliar e uma porção proximal do intestino delgado.

Revisão do Módulo 11.19

a. Os ramos não pares da parte abdominal da aorta que fornecem sangue para os órgãos viscerais são o tronco celíaco, a artéria mesentérica superior e artéria mesentérica inferior.

b. As duas veias que se fundem para formar a veia porta são a veia mesentérica superior e a veia esplênica.

c. O tronco celíaco divide-se na artéria hepática comum, a artéria gástrica esquerda, e a artéria esplênica.

Revisão do Módulo 11.20

a. A artéria ilíaca comum ramifica-se para formar a artéria ilíaca interna e a artéria ilíaca externa.

b. O arco venoso plantar leva sangue para a veia tibial anterior, para a veia tibial posterior e para as veias fibulares.

c. A obstrução da veia poplítea iria interferir no fluxo sanguíneo das veias tibial e fibular (que formam a veia poplítea) e a veia safena parva (que tibuta na veia poplítea).

Revisão da Seção 2

1. a. carótida comum; **b.** subclávia; **c.** tronco braquiocefálico; **d.** braquial; **e.** radial; **f.** poplítea; **g.** fibular; **h.** arco aórtico; **i.** tronco celíaco; **j.** renal; **k.** ilíaca comum; **l.** ilíaca externa; **m.** femoral; **n.** tibial anterior.

2. a. vertebral; **b.** jugular interna; **c.** braquiocefálica; **d.** axilar; **e.** cefálica; **f.** intermédia do cotovelo; **g.** ulnar; **h.** safena magna; **i.** fibular; **j.** veia cava superior; **k.** veia cava inferior; **l.** ilíaca interna; **m.** femoral; **n.** tibial posterior.

Resumo do capítulo

1. As paredes das artérias são geralmente mais espessas e contêm mais músculo liso e fibras elásticas, o que lhes permite resistir e ajustar-se à pressão gerada pelo coração. As paredes venosas são mais finas, a pressão nas veias é menor do que nas artérias. As artérias contraem-se mais do que as veias quando não são expandidas pela pressão sanguínea, devido a um maior grau de tecido elástico e muscular. Finalmente, o revestimento endotelial de uma artéria tem uma aparência ondulada, porque ela não pode contrair-se e, assim, faz dobras. O revestimento de uma veia parece uma camada endotelial típica e aparece sem dobras .

2. Durante uma corrida, o músculo liso relaxa nas arteríolas, causando vasodilatação e suprindo oxigênio e nutrientes para os músculos ativos.

3. O sangue estabiliza e mantém a temperatura do corpo, absorvendo e redistribuindo o calor produzido pela contração dos músculos esqueléticos.

4. Um glóbulo vermelho maduro não contém ribossomos ou um núcleo. Consequentemente, glóbulos vermelhos não conseguem se dividir ou sintetizar proteínas estruturais ou as enzimas necessárias para a manutenção da célula.

5. O fluxo sanguíneo para o cérebro é relativamente constante, porque uma anastomose em forma de anel dentro do crânio assegura que a interrupção no fluxo em qualquer uma das quatro artérias (carótida interna e artérias vertebrais) que irrigam o encéfalo não irá comprometer seu suprimento sanguíneo.

CAPÍTULO 12

Revisão do Módulo 12.1

a. As camadas da parede do coração, da mais superficial à mais

profunda, são o epicárdio, o miocárdio e o endocárdio.

b. A membrana serosa que reveste a cavidade pericárdica é composta pelo epicárdio (também denominado pericárdio visceral), imediatamente aderido ao miocárdio, e pelo pericárdio parietal, que forma a parede externa da cavidade pericárdica.

c. O tecido cardíaco é um tecido de atividade metabólica alta que depende totalmente do metabolismo aeróbico, assim, mitocôndrias são necessárias para a respiração aeróbica. Esse tecido também tem uma alta demanda por oxigênio e nutrientes, que são fornecidos pelos capilares.

Revisão do Módulo 12.2

a. O mediastino é a região entre as duas cavidades pleurais (pulmão) que também contém o coração e os grandes vasos (as grandes artérias e veias ligadas ao coração), o timo, o esôfago e a traqueia.

b. O coração está localizado posteriormente ao esterno e no interior do mediastino, circundado pelo pericárdio e posicionado superiormente ao diafragma, no ápice.

c. O sulco interventricular anterior encontra-se na superfície anterior e marca o limite entre os ventrículos esquerdo e direito. O sulco coronário é um sulco profundo que a marca o limite entre os átrios e os ventrículos. O sulco interventricular posterior marca o limite entre os ventrículos esquerdo e direito sobre a superfície posterior.

Revisão do Módulo 12.3

a. As artérias coronárias são: a artéria coronária esquerda, a artéria interventricular anterior, a artéria coronária direita, as artérias marginais, a artéria circunflexa e a artéria interventricular posterior. As veias coronárias são: a veia cardíaca magna, as veias cardíacas anteriores, o seio coronário, a veia cardíaca posterior, a veia cardíaca média e a veia cardíaca parva.

b. Durante a recuperação elástica, uma porção de sangue da aorta é forçada a voltar na direção do ventrículo esquerdo, levando sangue adicional para as artérias coronárias, ao mesmo tempo em que ejeta sangue no interior da circulação sistêmica.

c. A veia cardíaca magna drena sangue dos capilares do miocárdio.

Revisão do Módulo 12.4

a. Danos na valva semilunar no lado direito do coração afetaria o fluxo sanguíneo para o tronco pulmonar.

b. A contração dos músculos papilares (que ocorre pouco antes da contração do restante do miocárdio) traciona as cordas tendíneas, impedindo as valvas AV de se abrirem em sentido contrário, para o interior dos átrios.

c. A parede muscular do ventrículo esquerdo é mais espessa em comparação ao ventrículo direito, porque o ventrículo esquerdo deve gerar força suficiente para propelir sangue por toda a circulação sistêmica, com exceção dos pulmões, enquanto o ventrículo direito deve gerar força apenas o suficiente para impulsionar o sangue para a circulação pulmonar.

Revisão do Módulo 12.5

a. A isquemia coronariana ocorre quando há diminuição no suprimento de sangue através das artérias coronárias, o que provoca lesões ao tecido cardíaco.

b. *Stents* são "tubos" expansíveis, cujas paredes assemelham-se a uma treliça de fios delgados, e servem para sustentar as paredes do vaso de modo a manter o canal do vaso pérvio e restabelecer o fluxo sanguíneo. Sem o fluxo sanguíneo adequado para o músculo cardíaco, o tecido morreria.

c. Os fatores que geram os sons cardíacos característicos, que podem ser ouvidos à ausculta com estetoscópio, são: o fechamento das valvas cardíacas, o sangue fluido através das câmaras cardíacas e as contrações do músculo cardíaco.

Revisão da Seção 1

1. a. arco da aorta; **b.** veia cava superior; **c.** artérias pulmonares direitas; **d.** parte ascendente da aorta; **e.** fossa oval; **f.** óstio do seio coronário; **g.** átrio direito; **h.** músculos pectíneos; **i.** cúspide da valva tricúspide; **j.** cordas tendíneas; **k.** músculo papilar; **l.** ventrículo direito; **m.** veia cava inferior; **n.** tronco pulmonar; **o.** valva pulmonar; **p.** artérias pulmonares esquerdas; **q.** veias pulmonares esquerdas; **r.** septo interatrial; **s.** valva da aorta; **t.** cúspide da valva bicúspide; **u.** ventrículo esquerdo; **v.** septo interventricular; **w.** trabéculas cárneas; **x.** banda moderadora.

2. Fluxo de sangue desoxigenado: átrio direito → valva atrioventricular direita (tricúspide) → ventrículo direito → valva semilunar pulmonar. Fluxo de sangue oxigenado: átrio esquerdo → valva atrioventricular esquerda (bicúspide) → ventrículo esquerdo → valva semilunar da aorta.

3. a. aorta; **b.** cavidade pericárdica; **c.** miocárdio, **d.** seio coronário, **e.** fossa oval; **f.** valva tricúspide; **g.** recuperação elástica; **h.** discos intercalados; **i.** artérias coronárias; **j.** endocárdio; **k.** ápice; **l.** valva aórtica.

Revisão do Módulo 12.6

a. O termo alternativo para contração é sístole, e o outro termo para relaxamento é diástole.

b. As fases do ciclo cardíaco são a sístole atrial (átrios contraídos e os ventrículos cheios de sangue), a diástole atrial (átrios relaxados), a sístole ventricular (ventrículos contraídos fechando as valvas AV; à medida que a pressão nos ventrículos sobe, as valvas semilunares abrem-se e o sangue é forçado para fora dos ventrículos), e a diástole ventricular (as valvas semilunares fecham e os ventrículos são preenchidos com sangue em cerca de 70%).

c. Não. Quando a pressão aumenta pela primeira vez no ventrículo esquerdo, o coração está se contraindo, mas o sangue não está saindo do coração. Durante esta fase inicial de contração, tanto as valvas AV como as valvas semilunares estão fechadas. O aumento da pressão é consequência do aumento da força, à medida que o músculo cardíaco contrai. Quando a pressão no ventrículo excede a pressão na aorta, a valva semilunar da aorta se abre, e o sangue é rapidamente ejetado do ventrículo para a circulação sistêmica.

Revisão do Módulo 12.7

a. Os centros cardioaceleradores no bulbo ativam os neurônios simpáticos e aumentam a frequência cardíaca. Também no bulbo, os centros cardioinibitórios controlam os neurônios parassimpáticos, que diminuem a frequência cardíaca.

b. A bradicardia é a frequência cardíaca abaixo de 60 batimentos por minuto. A taquicardia é a frequência cardíaca acima de 100 batimentos por minuto.

c. Cinco características importantes de um ECG incluem a onda P (despolarização atrial), o complexo QRS (despolarização ventricular), a onda T (repolarização ventricular), o intervalo P–R (o tempo entre o início da onda P e o início do próximo complexo QRS) e o intervalo Q–T (desde a onda Q até o fim da onda T) .

Revisão do Módulo 12.8

a. A quantidade de sangue ejetado pelo ventrículo esquerdo a cada minuto é o débito cardíaco.

b. Um aumento no retorno venoso preencheria o coração com sangue, distendendo o músculo cardíaco. De acordo com a lei Starling do coração, quanto maior a distensão do músculo cardíaco, maior será sua força de contração. Quanto mais forte a contração, mais sangue o coração irá ejetar em cada batimento (volume sistólico). Assim, o aumento do retorno venoso aumentaria o volume sistólico.

c. O coração bombeia sangue na proporção da quantidade de sangue que recebe em suas cavidades. Um coração cuja frequência cardíaca é muito alta não tem tempo suficiente, entre as batimentos, para preencher completamente suas cavidades. Assim, quando a frequência cardíaca é elevada, pouco sangue é bombeado para a circulação, e os tecidos são prejudicados pelo suprimento inadequado de sangue.

Revisão da Seção 2

1. a. sístole, diástole; **b.** parcialmente; **c.** valva AV esquerda se fecha; **d.** menor do que; **e.** valva da aorta se abre; **f.** fechada; **g.** fechada.

2. a. nó SA (nó sinoatrial). O nó SA é o marcapasso do coração. Ele gera o potencial de ação para cada batimento cardíaco. **b.** Vias internodais. As vias internodais conduzem o potencial de ação para as células musculares dos átrios e para o nó AV. **c.** O nó AV (nó atrioventricular) recebe o potencial de ação transportado pelas vias internodais. O nó AV contém células-marcapasso que geram potenciais de ação a uma frequência mais lenta do que o nó SA. O nó AV geralmente não afeta a frequência cardíaca. **d.** Feixe AV e ramos. O feixe AV recebe o potencial de ação e divide-se nos ramos direito e esquerdo, que se estendem para o ápice do coração e depois se espalham em ambas as paredes ventriculares. **e.** Fibras

de Purkinje. As fibras de Purkinje recebem o potencial de ação dos ramos do feixe AV. Essas fibras conduzem o potencial de ação que despolarizará o tecido do miocárdio ventricular e desencadeará a sístole ventricular.

3. **a.** contratilidade; **b.** automaticidade; **c.** onda P; **d.** volume sistólico; **e.** complexo QRS; **f.** neurônios parassimpáticos; **g.** bradicardia; **h.** neurônios simpáticos; **i.** fibras de Purkinje; **j.** taquicardia; **k.** débito cardíaco; **l.** tempo de enchimento.

Revisão do Módulo 12.9

a. Fluxo sanguíneo é o volume de sangue que flui por unidade de tempo através de um vaso sanguíneo ou grupo de vasos. O fluxo sanguíneo é diretamente proporcional à pressão sanguínea e inversamente proporcional à resistência periférica.

b. Em um indivíduo saudável, a pressão sanguínea é mais elevada na aorta do que na veia cava inferior. O sangue, como outros fluidos, move-se ao longo de um gradiente de pressão a partir de áreas de alta pressão para áreas de baixa pressão. Se a pressão fosse maior na veia cava inferior do que na aorta, o fluxo sanguíneo seria retrógrado.

c. A água que sai dos capilares e não é absorvida flui nos tecidos periféricos e, eventualmente, retorna ao sistema venoso através dos vasos do sistema linfático.

Revisão do Módulo 12.10

a. Perfusão tecidual é o fluxo de sangue através dos tecidos, fornecendo oxigênio e nutrientes necessários ao corpo.

b. A autorregulação envolve fatores locais que alteram o padrão do fluxo sanguíneo nos leitos capilares, em resposta a alterações químicas nos fluidos intersticiais.

c. Os barorreceptores envolvidos na regulação homeostática da pressão sanguínea são encontrados nos seios caróticos, nos seios aórticos e no átrio direito. Eles são estimulados pelo aumento da pressão sanguínea e, por sua vez, estimulam os centros cardioinibitórios, enquanto inibem os centros cardioaceleradores e centro vasomotor. O decréscimo do débito cardíaco e a vasodilatação que resultam desse processo geram diminuição da pressão sanguínea. Os barorreceptores são inibidos pela queda da pressão sanguínea. Seus efeitos são inversos a estes descritos anteriormente, e um aumento do débito cardíaco e da vasoconstrição eleva a pressão sanguínea.

Revisão do Módulo 12.11

a. A epinefrina e a norepinefrina das medulas das glândulas suprarrenais são responsáveis pela regulação de curto prazo da queda da pressão arterial e do volume sanguíneo.

b. O hormônio antidiurético (ADH); a aldosterona e a eritropoietina (EPO) são hormônios envolvidos na regulação a longo prazo da pressão arterial e do volume sanguíneo.

c. A vasoconstrição da artéria renal diminuiria tanto o fluxo sanguíneo quanto a pressão sanguínea no rim. Como resposta, o rim aumentaria a liberação de renina, que por sua vez causaria aumento do nível de angiotensina II. A angiotensina II acarretaria o aumento da pressão sanguínea e do volume sanguíneo, em parte, por meio do aumento da secreção de ADH e aldosterona.

Revisão do Módulo 12.12

a. A bomba respiratória é um mecanismo pelo qual uma redução da pressão na cavidade torácica durante a inalação auxilia o retorno venoso ao coração.

b. Durante atividade física, o débito cardíaco aumenta e o fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos também aumenta, à custa do fluxo sanguíneo para órgãos menos importantes.

c. A pressão sanguínea aumenta durante atividade física porque o débito cardíaco aumenta. Durante atividade física, o fluxo sanguíneo para os órgãos "não essenciais", como os órgãos viscerais digestórios, diminui e é desviado para os músculos esqueléticos, evitando a redução acentuada da pressão sanguínea sistêmica.

Revisão do Módulo 12.13

a. As arritmias cardíacas são padrões anormais de atividade elétrica cardíaca.

b. A fibrilação ventricular, responsável pela parada cardíaca, é fatal porque o tremor do músculo cardíaco impede batimentos cardíacos efetivos para bombear sangue para a circulação sistêmica.

c. A taquicardia atrial paroxística (TAP) é caracterizada por contração atrial prematura que desencadeia uma sequência de contrações atriais.

Revisão da Seção 3

1. Os três principais fatores que influenciam a pressão sanguínea e o fluxo de sangue são o débito cardíaco, o volume de sangue e a resistência periférica.
2. **a.** barorreceptores; **b.** vasodilatação; **c.** retorno venoso; **d.** autorregulação; **e.** vasodilatadores locais; **f.** ACE; **g.** vasoconstrição; **h.** pressão de pulso; **i.** parada cardíaca; **j.** pressão hidrostática capilar; **k.** peptídeo natriurético atrial; **l.** bulbo.
3. **a.** nas arteríolas; **b.** sistema nervoso autônomo; **c.** aumento da vasoconstrição periférica; **d.** aumento da vasodilatação, aumento do retorno venoso, aumento do débito cardíaco; **e.** encéfalo; **f.** nervoso e endócrino.
4. A pressão arterial é mais elevada que a pressão venosa porque ela deve superar a resistência periférica do sistema de artérias e capilares. A pressão venosa é mais baixa do que a pressão arterial porque, à medida que o fluxo sanguíneo se aproxima em direção ao coração, faz trajeto por veias de diâmetro progressivamente maior, o que implica a redução da resistência ao fluxo sanguíneo.

Resumo do capítulo

1. O átrio direito recebe o sangue do circuito sistêmico e o transfere para o ventrículo direito, que o bombeia para o circuito pulmonar. O átrio esquerdo drena o sangue que retorna dos pulmões e o transfere para o ventrículo esquerdo, que o ejeta para o circuito sistêmico.
2. O débito cardíaco não pode aumentar indefinidamente porque o tempo de enchimento disponível diminui à medida que a frequência cardíaca aumenta.
3. Neste paciente, apenas um de cada dois potenciais de ação gerados pelo nó SA está atingindo os ventrículos; assim existem duas ondas P, mas apenas um complexo QRS e uma onda T. Esta condição normalmente é consequência de lesões dos feixes internodais nos átrios ou problemas com o nó AV.
4. Usando DC = FC x VS, o débito cardíaco para a pessoa A é 4.500 ml, e para a pessoa B é 8.550 ml. De acordo com o princípio de Frank-Starling, em um coração normal o débito cardíaco é proporcional ao retorno venoso, assim, a pessoa B tem o maior retorno venoso. O enchimento ventricular aumenta, conforme a frequência cardíaca diminui, de forma que a pessoa A tem o maior tempo de enchimento ventricular.
5. Dado que a força da contração cardíaca é diretamente proporcional ao volume sistólico, a administração dessa droga deve reduzir o volume sistólico.

CAPÍTULO 13

Revisão do Módulo 13.1

a. A função dos vasos linfáticos, ou somente linfáticos, é transportar a linfa dos tecidos periféricos para o sistema venoso.

b. A linfa é o líquido transportado pelos vasos linfáticos. Ela é formada à medida que o fluido intersticial flui para dentro dos capilares linfáticos.

c. As regiões de sobreposição das células endoteliais de um capilar linfático funcionam como valvas unidirecionais. Elas permitem a entrada de fluidos e solutos, mas impedem seu retorno para os espaços intercelulares.

Revisão do Módulo 13.2

a. Os troncos linfáticos drenam no ducto torácico e no ducto linfático direito.

b. O ducto linfático direito coleta linfa do lado direito do corpo superior ao diafragma. O ducto torácico coleta a linfa da região do corpo inferior ao diafragma e do lado esquerdo do corpo superior ao diafragma.

c. O linfedema, um acúmulo de fluido intersticial normalmente em um membro, é consequência da drenagem linfática bloqueada. Se a condição não se resolve, os tecidos conjuntivos perdem sua elasticidade e o inchaço torna-se permanente.

Revisão do Módulo 13.3

a. As três classes principais de linfócitos são os linfócitos T, linfócitos B e os linfócitos *natural killer* (NK).

b. Os linfócitos B são responsáveis pela imunidade mediada por anticorpos.

c. A medula óssea vermelha, o timo e os tecidos linfoides periféricos estão envolvidos na linfopoiese.

Revisão do Módulo 13.4

a. O tecido linfoide associado à mucosa (TLAM) é uma coleção de tecido linfoide que protege os revestimentos epiteliais dos tratos digestório, respiratório, urinário e genital.

b. As tonsilas são grandes órgãos linfoides nodulares que se localizam nas paredes da faringe e incluem as tonsilas palatinas direita e esquerda, uma única tonsila faríngea (às vezes chamada de adenoide) e um par de tonsilas linguais.

c. O baço (1) remove os glóbulos vermelhos anormais ou envelhecidos da circulação (por fagocitose), (2) armazena o ferro reciclado dos glóbulos vermelhos, e (3) inicia respostas imunes através dos linfócitos B e T.

Revisão da Seção 1

1. **a.** tonsila; **b.** linfonodos cervicais; **c.** ducto linfático direito; **d.** timo; **e.** cisterna do quilo; **f.** apêndice; **g.** linfonodos inguinais; **h.** linfonodos axilares; **i.** ducto torácico; **j.** baço; **k.** tecido linfoide associado à mucosa (TLAM).
2. **a.** capilares linfáticos; **b.** linfedema; **c.** veia subclávia direita; **d.** ducto torácico; **e.** órgãos linfoides; **f.** nódulos linfáticos; **g.** linfáticos eferentes; **h.** baço; **i.** antígenos; **j.** linfopoiese; **k.** linfócitos T citotóxicos; **l.** tonsilas; **m.** linfócitos B; **n.** linfáticos aferentes.

Revisão do Módulo 13.5

a. O sistema tegumentar é uma barreira física e serve como a primeira linha de proteção contra patógenos e toxinas que penetram os tecidos do corpo. As secreções da pele lavam a superfície, os pelos protegem contra abrasão mecânica, e as múltiplas camadas da pele criam uma barreira.

b. Os neutrófilos, os eosinófilos, os monócitos e macrófagos são os diferentes tipos de fagócitos. Há dois tipos de macrófagos derivados dos monócitos: o fixo e o livre. Os macrófagos fixos não se movem e são encontrados espalhados entre os tecidos conjuntivos. Os macrófagos livres movem-se e chegam aos locais de lesão, migrando através dos tecidos adjacentes e movendo-se na corrente sanguínea.

c. A quimiotaxia é o movimento das células em resposta a substâncias químicas, por meio do qual as células são atraídas ou repelidas pelos produtos químicos.

Revisão do Módulo 13.6

a. A ativação dos mastócitos resulta na liberação de histamina e heparina. A presença da histamina e da heparina estimula a resposta inflamatória nas áreas lesionadas e também atrai os fagócitos.

b. As defesas inespecíficas do organismo incluem as barreiras físicas, os fagócitos, a vigilância imunológica, os interferons, o sistema do complemento, a inflamação e a febre.

c. Um aumento no nível de interferons sugere uma infecção viral.

Revisão da Seção 2

1. **a.** barreiras físicas; **b.** fagócitos; **c.** vigilância imunológica; **d.** interferons; **e.** sistema do complemento; **f.** inflamação; **g.** febre.
2. **a.** todos estes; **b.** vigilância imunológica; **c.** sistema do complemento; **d.** interferons; **e.** pirogênios; **f.** fagócitos.
3. Uma temperatura corporal elevada acelera os processos metabólicos do corpo, que podem ajudar a mobilizar as defesas do tecido e acelerar o processo de reparação. Além disso, as temperaturas elevadas de uma febre podem inibir alguns vírus e bactérias ou acelerar a sua taxa de reprodução; de forma que a doença segue seu curso mais rapidamente.

Revisão do Módulo 13.7

a. A apresentação antigênica ocorre quando um antígeno ou fragmento antigênico aparece na membrana plasmática de uma célula apresentadora de antígenos (normalmente uma célula fagocítica). Os linfócitos T, sensíveis a esse antígeno, são ativados se eles contatarem a membrana da célula apresentadora do antígeno.

b. Os linfócitos T citotóxicos e as células NK podem ser ativados pelo contato direto com as células infectadas pelo vírus.

c. Os linfócitos B ativados diferenciam-se em plasmócitos que produzem anticorpos.

Revisão do Módulo 13.8

a. O determinante antigênico é a parte de uma molécula de antígeno na qual um anticorpo se liga.

b. Uma molécula de anticorpo é constituída de dois pares paralelos de cadeias polipeptídicas: um par de cadeias pesadas longas e um par de cadeias leves curtas. Cada cadeia contém tanto segmentos constantes como segmentos variáveis.

c. As cinco classes de imunoglobulinas (Ig) são (1) IgG, responsável pela resistência contra muitos vírus, bactérias e toxinas bacterianas; (2) IgE, libera produtos químicos que aceleram a inflamação local; (3) IgD, localizada sobre as superfícies das células B, onde se liga a antígenos; (4) IgM, o primeiro tipo de anticorpo secretado após a chegada de um antígeno, e (5) IgA, que é encontrada em secreções glandulares e ataca patógenos antes de eles entrarem nos tecidos.

Revisão do Módulo 13.9

a. Os mecanismos pelos quais os complexos antígeno-anticorpos destroem antígenos-alvo incluem a neutralização, a precipitação e aglutinação, a ativação do complemento, a atração de fagócitos, a opsonização, a estimulação da inflamação e a prevenção de adesão de patógeno.

b. Uma camada de anticorpos ou de proteínas do complemento que reveste o antígeno torna a fagocitose mais eficiente, um efeito chamado de opsonização.

c. Os basófilos e os mastócitos estão envolvidos na inflamação.

Revisão do Módulo 13.10

a. Uma alergia é uma resposta imune inadequada ou excessiva a um alergênico, que é um antígeno que desencadeia uma reação alérgica.

b. A anafilaxia é uma resposta alérgica, na qual um alergênico em circulação provoca a liberação intensa e generalizada de histamina pelos mastócitos em todo o corpo.

c. As histaminas e outros produtos químicos que causam dor e inflamação são liberados em resposta à intensa estimulação de mastócitos e basófilos.

Revisão do Módulo 13.11

a. Distúrbios autoimunes são doenças que resultam de autoanticorpos (anticorpos próprios) produzidos contra substâncias (autoantígenos) naturalmente presentes no corpo.

b. A imunossupressão é a redução parcial ou completa da resposta imune de um indivíduo. Ela também é induzida para ajudar a sobrevivência de indivíduos que se submeteram ao transplante de um órgão.

c. O aumento da incidência de câncer nos idosos pode resultar de um declínio na vigilância imunológica, causando a eliminação inadequada de células tumorais.

Revisão da Seção 3

1. **a.** anticorpo; **b.** rejeição de enxerto; **c.** imunidade adquirida; **d.** imunidade passiva; **e.** linfócitos T helper; **f.** opsonização; **g.** aglutinação; **h.** células B; **i.** antígeno completo; **j.** IgM; **k.** neutralização; **l.** IgG; **m.** anafilaxia.
2. **a.** vírus; **b.** macrófagos; **c.** células *natural killer* (NK); **d.** linfócitos T helper; **e.** linfócitos B; **f.** anticorpos; **g.** linfócitos T citotóxicos; **h.** linfócitos T supressores; **i.** linfócitos T de memória e linfócitos B.

Resumo do capítulo

1. Especificidade: cada resposta imune é desencadeada por uma antígeno específico e defende-se apenas contra aquele antígeno. Versatilidade: o sistema imune pode diferenciar entre dezenas de milhares de antígenos que ele pode encontrar durante o tempo de vida normal de um indivíduo. Memória imunológica: a resposta imune após uma segunda exposição a um antígeno específico é mais forte e dura mais tempo do que a primeira exposição. Tolerância: alguns antígenos, como aqueles das células normais próprias de um indivíduo, não provocam uma resposta imune.
2. Um complexo antígeno–anticorpo pode eliminar o antígeno pela neutralização, aglutinação e precipitação; ativação do complemento; atração de fagócitos, estimulação de inflamação, ou prevenção da adesão de bactéria ou vírus.
3. O exame dos nódulos linfáticos da região para checar a presença de células cancerígenas pode ajudar o médico a determinar se as células cancerígenas mantiveram-se localizadas nos pulmões e foram descobertas em uma fase relativamente precoce, ou se elas já se espalharam (se já ocorreu uma metástase) através do sistema linfático para estabelecer tumores em outros locais do corpo. Tanto a fase da doença como os locais envolvi-

dos ajudam o médico a decidir sobre as opções de tratamento.

4. A presença de um elevado nível de anticorpos IgM, mas muito poucos anticorpos IgG, sugere que Tony está na fase inicial de uma resposta primária ao vírus do sarampo, por isso ele parece ter contraído a doença. Os níveis subsequentes de anticorpos IgG serão cruciais para um eventual controle da doença.
5. Sim, o laboratório criminal poderia determinar se a amostra é de plasma sanguíneo, que contém IgM, IgG, IgD e IgE, ou de sêmen, que contém apenas IgA.

CAPÍTULO 14

Revisão do Módulo 14.1

a. Os cílios da mucosa respiratória movimentam partículas provenientes do ar presas na mucosa, com destino à faringe, onde serão ingeridas e expostas aos ácidos e enzimas no estômago. Esse processo contínuo protege e limpa as superfícies respiratórias.

b. A fibrose cística é uma doença letal, hereditária, consequência da produção de muco denso que restringe as vias respiratórias e acumula-se nos pulmões. Uma infecção bacteriana crônica intensa dos pulmões pode impedir a respiração, levando à morte.

c. O fluxo sanguíneo na cavidade nasal aquece a área à temperatura corpórea, assim o ar inalado é aquecido antes de sair da cavidade nasal. O calor também evapora a umidade do epitélio para umidificar o ar que entra.

Revisão do Módulo 14.2

a. O esôfago localiza-se posteriormente à traqueia. As cartilagens da traqueia em forma de C, que são incompletas na região posterior, permitem que o esôfago se expanda quando alimento ou líquidos são engolidos.

b. É mais provável que os objetos alojem-se no brônquio principal direito, pois ele é ligeiramente mais amplo e mais vertical do que o brônquio principal esquerdo.

c. O pulmão esquerdo tem uma incisura cardíaca para proporcionar espaço ao coração.

Revisão do Módulo 14.3

a. As células epiteliais escamosas das paredes alveolares são os locais de trocas gasosas dentro dos pulmões; um segundo tipo de célula epitelial secreta surfactante, e os macrófagos alveolares protegem o epitélio alveolar de matéria particular e infecção.

b. A pequena espessura da membrana respiratória melhora a taxa de difusão do oxigênio e do gás carbônico. Ela é composta do epitélio alveolar, do endotélio capilar e de suas membranas basais fundidas.

c. Os alvéolos entrariam em colapso.

Revisão da Seção 1

1. **a.** cavidade nasal; **b.** palato duro; **c.** faringe; **d.** glote; **e.** traqueia; **f.** pulmão direito; **g.** narinas; **h.** laringe; **i.** brônquio principal; **j.** bronquíolos; **k.** alvéolo.
2. **a.** surfactante; **b.** traqueia; **c.** células epiteliais escamosas simples; **d.** broncodilatação; **e.** brônquio principal esquerdo; **f.** broncoconstrição; **g.** brônquio principal direito; **h.** membrana respiratória; **i.** palato mole; **j.** faringe; **k.** laringe; **l.** fibrose cística; **m.** mucosa respiratória; **n.** cóanos.

Revisão do Módulo 14.4

a. A uma temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume – à medida que o volume aumenta, a pressão cai, e quando o volume diminui, a pressão aumenta.

b. Os movimentos do diafragma e costelas afetam o volume dos pulmões.

c. A pressão intrapulmonar (a pressão no interior do trato respiratório) e a pressão atmosférica (pressão fora do trato respiratório) determinam a direção do fluxo de ar. O ar move-se da área de maior pressão maior para a área com pressão mais baixa.

Revisão do Módulo 14.5

a. Os volumes pulmonares mensuráveis são o volume de corrente de repouso, volume de reserva expiratório (VRE), o volume residual e volume de reserva inspiratório (VRI).

b. Os músculos inspiratórios principais são o diafragma e os músculos intercostais externos.

c. Os músculos respiratórios acessórios tornam-se ativos quando os músculos respiratórios principais são incapazes de mover ar suficiente para atender a demanda de oxigênio dos tecidos.

Revisão do Módulo 14.6

a. Impulsionada por diferenças nos gradientes de concentração, o oxigênio entra no sangue nos pulmões e permanece até sair dele, nos tecidos periféricos; diferenças nos gradientes de concentração também fazem com que o gás carbônico difunda-se para o sangue nos tecidos e para os alvéolos nos pulmões.

b. O oxigênio liga-se à hemoglobina nos glóbulos vermelhos.

c. O gás carbônico é transportado na corrente sanguínea como íons de bicarbonato, ligado à hemoglobina ou dissolvido no plasma.

Revisão do Módulo 14.7

a. Os centros respiratórios que ajustam o ritmo da respiração estão localizados na ponte.

b. O bulbo contém dois grupos de neurônios que estão envolvidos na definição do ritmo da respiração. O grupo respiratório dorsal (GRD) está ativo tanto na respiração tranquila como na respiração forçada. O grupo respiratório ventral (GRV) só está ativo na respiração forçada.

c. A hiperventilação provoca a hipocapnia, uma concentração anormalmente baixa de gás carbônico no sangue arterial. A hipoventilação provoca hipercapnia, uma concentração anormalmente elevada de gás carbônico no sangue arterial.

Revisão do Módulo 14.8

a. A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é um termo geral para três distúrbios progressivos das vias – asma, bronquite crônica e enfisema – que restringem o fluxo de ar e a ventilação.

b. Tanto o tabagismo como a exposição ao fumo passivo são fatores importantes de risco para desenvolver câncer de pulmão.

c. O envelhecimento causa deterioração do tecido elástico, diminuição da capacidade vital e um grau de enfisema.

Revisão da Seção 2

1. **a.** volume de reserva inspiratório (VRI): a quantidade de ar que pode ser assimilada acima do volume da corrente de repouso; **b.** volume da corrente de repouso (VT): a quantidade de ar inalado ou exalado durante um único ciclo respiratório durante repouso; **c.** volume de reserva expiratório (VRE): a quantidade de ar que pode ser expelida após um ciclo respiratório tranquilo, completamente normal; **d.** capacidade pulmonar total: o volume total dos pulmões; **e.** capacidade vital: a quantidade máxima de ar que pode ser movido para dentro ou para fora dos pulmões em um único ciclo respiratório; **f.** volume residual: a quantidade de ar que permanece nos pulmões após uma expiração máxima.
2. **a.** Desvio do cloreto; **b.** anoxia; **c.** centros GRD e GRV; **d.** músculos intercostais internos; **e.** íon de bicarbonato; **f.** enfisema; **g.** músculos intercostais externos; **h.** hemoglobina; **i.** hipocapnia; **j.** espaço morto pulmonar; **k.** centros na ponte; **l.** hipercapnia; **m.** atelectasia; **n.** ciclo respiratório.
3. A respiração pulmonar inclui todos os processos envolvidos na troca de oxigênio e gás carbônico entre os tecidos do corpo e o ambiente externo. Esses processos incluem a ventilação pulmonar a difusão de gás e o transporte de gás. A ventilação pulmonar é um processo da respiração externa que envolve o movimento físico de ar para dentro e para fora dos pulmões. A respiração celular é a absorção de oxigênio e a liberação de gás carbônico pelas células do tecido.

Resumo do capítulo

1. O ar que você estava respirando enquanto dormia estava tão seco que ele absorvia mais umidade que a habitual quando passava pela cavidade nasal. O epitélio nasal continuou a secretar muco, mas a perda de umidade fez com que o muco se tornasse bastante viscoso, de modo que os cílios tiveram dificuldade para movê-lo, causando obstrução nasal. Depois de tomar um banho e ingerir o suco, mais umidade foi transferida para o muco, tornando-o mais fluido e fácil de ser movimentado, aliviando assim a obstrução nasal.
2. Em virtude de a costela ter penetrado a parede do tórax, a cavidade torácica foi danificada, bem como a pleura parietal. Em seguida, o ar atmosférico irá entrar na cavidade pleural (pneumotórax). Esse ar rompe a ligação de fluido entre as membranas pleurais, parietal e visceral. Quebrar essa ligação pode levar ao colapso do pulmão, devido à elasticidade natural de suas paredes. Esse colapso pulmonar é denominado atelectasia.

3. Como resultado do enfisema, os espaços de ar maiores e a falta de elasticidade irão reduzir a eficiência tanto da troca gasosa nos capilares pulmonares como na ventilação pulmonar.

CAPÍTULO 15

Revisão do Módulo 15.1

a. As quatro camadas do sistema digestório, da superficial para a profunda, são a mucosa (adjacente ao lúmen), a submucosa, a muscular e a serosa.

b. Os mesentérios – camadas consistindo de camadas duplas de membrana serosa separadas por tecido conjuntivo frouxo – suportam e estabilizam os órgãos na cavidade abdominal e fornecem uma rota de acesso para os vasos sanguíneos, nervos e vasos linfáticos associados.

c. O plexo submucoso é uma rede nervosa que contém neurônios sensitivos, neurônios ganglionares parassimpáticos e fibras pós-ganglionares simpáticas que inervam a mucosa e a submucosa. O plexo mientérico é uma rede de neurônios parassimpáticos, interneurônios e fibras pós-ganglionares simpáticas, e situa-se entre as camadas musculares circular e longitudinal.

Revisão do Módulo 15.2

a. As células de músculo liso nas camadas circular e longitudinal da muscular estão alinhadas em paralelo umas às outras. Em um corte longitudinal do sistema digestório, as células musculares na camada circular da muscular se parecem com pequenas esferas, enquanto as da camada longitudinal, mais profunda, parecem-se com fusos compridos.

b. Um bolo alimentar é uma massa de comida compacta e úmida que entra no sistema digestório.

c. O peristaltismo é uma onda de contrações musculares que move um bolo alimentar ao longo do sistema digestório. A segmentação refere-se a uma ação de agitação que mistura conteúdos intestinais com fluidos digestivos. O peristaltismo é mais eficiente na propulsão de conteúdos intestinais ao longo do sistema digestório.

Revisão da Seção 1

1. a. artéria e veia mesentérica; **b.** mesentério; **c.** pregas circulares; **d.** mucosa; **e.** submucosa; **f.** muscular; **g.** serosa.

2. a. esôfago; **b.** muscular da mucosa; **c.** lâmina própria; **d.** pregas circulares; **e.** peristaltismo; **f.** submucosa; **g.** plexo mioentérico; **h.** muscular; **i.** fígado; **j.** segmentação; **k.** bolo; **l.** liso; **m.** plexo submucoso; **n.** esfíncter.

3. Uma diminuição do tônus no sistema digestório causaria uma diminuição geral na motilidade e um enfraquecimento das ondas peristálticas. Isso poderia resultar em obstipação porque o material não digerido permaneceria no sistema digestório por mais tempo, permitindo mais tempo para a reabsorção de água.

Revisão do Módulo 15.3

a. O palato duro forma o teto da cavidade oral. Posterior ao palato duro está o palato mole. O palato duro é sustentado por osso e o palato mole é composto de músculo sem suporte ósseo.

b. A cavidade oral é revestida por epitélio escamoso estratificado, que fornece proteção contra atrito e abrasão.

c. A lipase lingual começa a digerir os lipídios na cavidade oral.

Revisão do Módulo 15.4

a. Os quatro tipos de dentes são os incisivos, caninos, pré-molares e molares. Um dente típico tem uma coroa, colo e raiz.

b. Os terceiros molares são, às vezes, chamados de dentes do siso.

c. A primeira dentição é composta de dentes decíduos (dentes primários, dentes de leite ou dentes de bebê), que são os dentes temporários, os primeiros a aparecer nas crianças; geralmente 20 dentes compreendem a dentição primária. A dentição secundária é composta dos dentes permanentes que aparecem após a dentição primária; geralmente 32 dentes compreendem a dentição secundária.

Revisão do Módulo 15.5

a. A faringe é uma cavidade revestida por mucosa, posterior ao nariz, à boca e à laringe, que recebe alimentos e líquidos e os transfere para o esôfago, como parte do processo de deglutição.

b. O esôfago é a estrutura que conecta a faringe ao estômago.

c. Durante a fase oral, o alimento forma um bolo. Durante a fase faríngea, o bolo entra em contato com os arcos palatinos e move-se para o esôfago. A deglutição começa conforme os músculos faríngeos contraem-se. Durante a fase esofágica, o bolo move-se em direção ao estômago através de ondas peristálticas.

Revisão do Módulo 15.6

a. As quatro regiões do estômago são o fundo, a cárdia, o corpo e o piloro.

b. O revestimento interno do estômago apresenta pregas mucosas quando o estômago está vazio, que desaparecem quando a distensão gástrica ocorre.

c. As três camadas da muscular, cujas células musculares estão orientadas em direções diferentes – longitudinal, circular e oblíqua – permitem a mistura e as ações de agitação necessárias para a formação do quimo.

Revisão do Módulo 15.7

a. As células parietais secretam fator intrínseco e ácido clorídrico (HCl).

b. A camada de muco alcalino protege as células epiteliais contra ácidos e enzimas no lúmen gástrico.

c. O pepsinogênio é uma proenzima inativa e a pepsina é uma enzima proteolítica, digestora de proteína, ativa. O ácido clorídrico no estômago converte o pepsinogênio em pepsina.

Revisão do Módulo 15.8

a. As camadas do intestino delgado, da superficial à profunda, são a mucosa, a submucosa, a muscular e a serosa.

b. A mucosa intestinal apresenta pregas transversais denominadas pregas circulares que possuem pequenas saliências chamadas vilosidades intestinais. Essas pregas e saliências aumentam a área de superfície de absorção. Cada vilosidade contém um capilar linfático terminal denominado lácteo. Entre as bases das vilosidades existem glândulas intestinais revestidas por células produtoras de muco e células-tronco.

c. Os lácteos são capilares linfáticos especiais do intestino delgado que transportam ácidos graxos absorvidos que são demasiadamente grandes para entrar diretamente nos capilares sanguíneos.

Revisão do Módulo 15.9

a. As três regiões do intestino delgado são o duodeno, o jejuno e o íleo.

b. A porção proximal do duodeno localiza-se no interior da região epigástrica.

c. A função principal do duodeno é receber o quimo do estômago e as secreções digestivas do pâncreas e fígado.

Revisão do Módulo 15.10

a. Os cinco principais hormônios envolvidos com digestão são a gastrina, a secretina, o peptídeo inibidor gástrico (PIG), a colecistoquinina (CCK) e o peptídeo intestinal vasoativo (PIV). A gastrina estimula o estômago a produzir ácidos e enzimas e aumenta os movimentos do estômago; a secretina estimula a secreção da bile e tampões pelo pâncreas; o PIG inibe a atividade gástrica e estimula as secreções glandulares pelo duodeno, a síntese lipídica no tecido adiposo e a utilização da glicose pelos músculos esqueléticos; a CCK acelera a produção e secreção de todos os tipos de enzimas digestivas e o PIV estimula a secreção das glândulas intestinais, dilata os capilares regionais e inibe a produção de ácido no estômago.

b. Uma refeição rica em gordura elevaria o nível da colecistoquinina (CCK) no sangue.

c. O hormônio secretina estimula o pâncreas a liberar um fluido rico em tampões para neutralizar os ácidos no quimo, provenientes do estômago, que entram no duodeno. Se o intestino delgado não secretasse secretina, o pH do conteúdo intestinal seria mais baixo que o normal.

Revisão do Módulo 15.11

a. Os três segmentos do intestino grosso são o ceco, o cólon e o reto. As quatro regiões do cólon são o cólon ascendente, o cólon transverso, o cólon descendente e o cólon sigmoide.

b. As principais funções do intestino grosso são: (1) reabsorver água e compactar materiais em fezes, (2) absorver vitaminas produzidas por bactérias e (3) armazenar material fecal antes da defecação.

c. Os movimentos de massa são contrações peristálticas poderosas que empurram os materiais ao longo da porção distal do intestino grosso. Os movimentos

de massa ocorrem algumas vezes ao dia, em resposta à distensão do estômago e do duodeno.

Revisão do Módulo 15.12

a. O reflexo enterogástrico e o reflexo de defecação são acionados por receptores de distensão. Os reflexos enterogástricos inibem a produção de gastrina e contrações gástricas, controlando, assim, a taxa de quimo que entra no duodeno. O reflexo de defecação inicia a ejeção das fezes do reto.

b. O PIG estimula a liberação de insulina do pâncreas.

c. As fezes são compostas de água (75 %), bactérias (5 %) e de uma mistura de materiais não digeridos, matéria inorgânica e remanescentes de células epiteliais (20 %).

Revisão da Seção 2

1. **a.** coroa; **b.** colo; **c.** raiz; **d.** esmalte; **e.** dentina; **f.** cavidade pulpar; **g.** gengiva; **h.** cemento; **i.** ligamento periodontal; **j.** canal radicular; **k.** osso alveolar.
2. **a.** material no jejuno; **b.** gastrina; **c.** PIG; **d.** secretina e CCK; **e.** PIV; **f.** inibe; **g.** produção de ácido; **h.** insulina; **i.** bile; **j.** capilares intestinais; **k.** vesícula biliar; **l.** utilização de nutrientes pelos tecidos.
3. Tanto as células parietais quanto as células principais são células secretoras encontradas nas glândulas gástricas da parede do estômago. As células parietais secretam fator intrínseco e ácido clorídrico. As células principais secretam pepsinogênio, uma proenzima inativa.

Revisão do Módulo 15.13

a. Os três pares de glândulas salivares são sublingual, submandibular e parótida. As glândulas sublinguais secretam muco principalmente, as glândulas submandibulares secretam uma mistura de tampões, muco, amilase salivar e anticorpos, e as glândulas parótidas secretam principalmente amilase salivar.

b. A saliva lava as superfícies orais, ajudando a mantê-las limpas; os tampões na saliva mantêm o seu pH próximo de 7, prevenindo o acúmulo de ácidos produzidos pelas bactérias; a saliva age como um lubrificante; os anticorpos na saliva protegem contra patógenos; e as enzimas presentes na saliva dão início à digestão dos carboidratos complexos.

c. Lesões das glândulas parótidas, que secretam a enzima amilase salivar, responsável pela digestão de carboidratos, iriam interferir na digestão dos amidos (carboidratos complexos).

Revisão do Módulo 15.14

a. O fígado é dividido em lobo esquerdo, lobo direito, lobo caudado e lobo quadrado.

b. O ligamento falciforme marca a divisão entre o lobo esquerdo e o lobo direito do fígado.

c. As alterações degenerativas do fígado impedem um fluxo normal de sangue através das pequenas veias e capilares do sistema porta hepático. À medida que há um aumento nas pressões habitualmente baixas desse sistema, os vasos distendem-se. Se eles se romperem, pode ocorrer sangramento intenso.

Revisão do Módulo 15.15

a. O caminho da bile: ductos hepáticos direito e esquerdo → ducto hepático comum → ducto colédoco → ampola hepatopancreática e papila duodenal → lúmen duodenal.

b. O suco pancreático é uma mistura alcalina de enzimas digestivas, água e íons secretados pelo pâncreas exócrino. O suco pancreático entra no duodeno.

c. As principais enzimas pancreáticas incluem a alfa-amilase pancreática (decompõe amidos), a lipase pancreática (decompõe lipídios), as nucleases (decompõem o DNA e o RNA) e as enzimas proteolíticas (decompõem proteínas).

Revisão do Módulo 15.16

a. A doença periodontal é uma doença caracterizada pela formação da placa bacteriana entre os dentes e gengivas; isto pode resultar na perda do dente. A gengivite, uma inflamação das gengivas, é consequência de atividade bacteriana, levando ao aparecimento de cáries e a eventual quebra do ligamento periodontal e osso circundante.

b. A colecistite é uma inflamação da vesícula biliar, geralmente devido a um bloqueio do ducto cístico ou ducto colédoco por cálculos biliares.

c. A bactéria responsável pela maioria das úlceras pépticas é a *Helicobacter pylori*.

Revisão da Seção 3

1. **a.** fígado; **b.** vesícula biliar; **c.** ducto cístico; **d.** duodeno; **e.** papila duodenal; **f.** ductos hepáticos; **g.** ducto hepático comum; **h.** ducto colédoco; **i.** veia porta (do fígado); **j.** estômago; **k.** pâncreas.
2. **a.** amido; **b.** esfíncter hepatopancreático; **c.** ducto colédoco; **d.** saliva; **e.** caxumba; **f.** úlcera péptica; **g.** hipertensão portal; **h.** lipase pancreática, **i.** fígado; **j.** insulina; **k.** suco pancreático; **l.** reflexo salivar; **m.** vesícula biliar; **n.** cálculos biliares.
3. As secreções salivares lavam e limpam continuamente as superfícies orais; os tampões na saliva previnem o acúmulo de ácidos produzidos por ação bacteriana; além disso, a saliva contém anticorpos, que ajudam a controlar o crescimento de populações bacterianas orais.
4. Um bloqueio poderia interferir na liberação de secreções do pâncreas, vesícula biliar e fígado para o duodeno. O pâncreas normalmente secreta por dia cerca de 1 litro de suco pancreático, uma mistura de uma variedade de enzimas digestivas e solução tampão. O bloqueio de suco pancreático levaria à pancreatite, uma inflamação do pâncreas. Lesões extensas das células exócrinas pelas enzimas digestivas não excretadas podem levar a um grau de lise celular que poderia destruir o pâncreas e resultar em morte do indivíduo. O bloqueio da secreção da bile no ducto colédoco pode levar a danos da parede da vesícula biliar, pela formação de cálculos biliares, e à icterícia (cor amarela da pele e olhos), pois a bilirrubina do fígado não seria excretada na bile e, em vez disso, se acumularia nos fluidos corporais.

Resumo do capítulo

1. O estômago executa quatro funções digestivas principais: armazenagem de alimentos ingeridos, quebra mecânica dos alimentos ingeridos, ruptura das ligações químicas nos alimentos através das ações dos ácidos e enzimas, e produção de fator intrínseco, para auxiliar na absorção de vitamina B_{12}.
2. Se um cálculo biliar é pequeno o suficiente, ele pode passar através do ducto colédoco e bloquear o ducto pancreático. Assim, as enzimas do pâncreas não conseguirão alcançar o intestino delgado. Como as enzimas se acumulam, elas irritam o ducto e, finalmente, o pâncreas exócrino, produzindo a pancreatite.
3. O intestino delgado, especialmente o jejuno e o íleo, provavelmente está envolvido. As dores abdominais de Bárbara são resultados de uma inflamação regional. Como os intestinos inflamados não conseguem absorver nutrientes, ela apresenta deficiência de ferro e vitamina B_{12}, que são necessários para a formação de hemoglobina e glóbulos vermelhos; isso explica a sua anemia. A baixa absorção dos outros nutrientes é o fator responsável por sua perda de peso.
4. Um tratamento de canal radicular envolve perfuração do esmalte e da dentina por uma broca. Em seguida, a polpa infectada, o nervo e os vasos sanguíneos podem ser removidos.
5. O efeito principal dessa cirurgia seria uma redução no volume de alimento consumido (e, portanto, na quantidade de calorias), pois a pessoa irá se sentir satisfeita após ter ingerido uma pequena quantidade de alimento. Isso pode resultar em perda de peso significativa.

CAPÍTULO 16

Revisão do Módulo 16.1

a. O ciclo do ácido cítrico é uma das sequências de reação que ocorre nas mitocôndrias. No processo, moléculas orgânicas se decompõem, moléculas de dióxido de carbono são liberadas, e átomos de hidrogênio são transferidos para as coenzimas, que os conduzem ao sistema de transporte de elétrons.

b. O STE gera a maior parte do ATP para a célula, consome oxigênio e produz água como um subproduto.

c. O STE transfere os elétrons obtidos a partir dos átomos de H do ciclo do ácido cítrico. Como os elétrons são transferidos, em cada passo eles liberam pequenas quantidades de energia. A energia é usada para formar o ATP. O oxigênio é o receptor final na transferência dos elétrons. Enquanto houver oxigênio continuamente disponível, haverá fluxo de elétrons e produção de ATP. A falta de oxigênio interrompe a transferência de elétrons ao longo do STE, o ciclo do ácido e a produção mitocondrial de ATP.

Revisão do Módulo 16.2

a. A reserva de nutrientes dentro de uma célula inclui todos os substratos no citosol, disponíveis para anabolismo ou catabolismo.

b. As células realizam catabolismo para liberar energia para uso no crescimento celular, na divisão celular e nas atividades teciduais específicas.

c. A glicogênese é a síntese de glicogênio a partir da glicose. A glicogenólise é a quebra de glicogênio para liberar glicose. A gliconeogênese é a síntese de glicose a partir de cadeias de carbono menores. A glicólise é a decomposição da glicose em duas cadeias de três carbonos.

Revisão da Seção 1

1. a. ácidos graxos; **b.** glicose; **c.** proteínas; **d.** cadeias de dois carbonos; **e.** ciclo do ácido cítrico; **f.** coenzimas; **g.** ATP; **h.** sistema de transporte de elétron; **i.** O_2; **j.** CO_2; **k.** H_2O.

2. Durante o jejum ou fome prolongada, outros tecidos passam a realizar catabolismo dos aminoácidos ou de ácidos graxos, conservando glicose para o tecido nervoso.

3. a. água; **b.** reserva de nutrientes; **c.** anabolismo; **d.** fosforilação oxidativa; **e.** glicogenólise; **f.** coenzimas; **g.** oxigênio; **h.** catabolismo; **i.** nutrientes abundantes; **j.** triglicérides; **k.** ciclo do ácido cítrico; **l.** glicogênese; **m.** nutrientes escassos; **n.** acetil–CoA.

Revisão do Módulo 16.3

a. Gases intestinais, ou flatos, são um subproduto da decomposição de carboidratos não digeríveis por bactérias no colo.

b. O glicogênio é sintetizado a partir de moléculas de glicose em excesso por células do fígado e por células musculares, servindo como reserva de glicose.

c. Os carboidratos são fonte preferencial de energia, porque proteínas e gorduras são necessárias para formar componentes de células e tecidos.

Revisão do Módulo 16.4

a. As micelas são complexos de lipídios e sais biliares (contendo ácidos graxos, glicerol e monoglicerídeos) formados na luz intestinal. Os quilomícrons são as lipoproteínas formadas nas células epiteliais do intestino e contêm triglicérides, colesterol e outros lipídios circundados por fosfolipídios e proteínas.

b. O fígado absorve quilomícrons, remove os triglicérides, combina o colesterol do quilomícron com colesterol reciclado e altera as proteínas de superfície. O novo complexo é liberado na corrente sanguínea como uma lipoproteína de baixa densidade (LDL).

c. As lipoproteínas de baixa densidade (LDLs) fornecem colesterol aos tecidos do corpo, e as lipoproteínas de alta densidade (HDLs) absorvem o colesterol não utilizado dos tecidos do corpo, devolvendo-o para o fígado, onde será transformado em novas LDLs ou excretado com os sais biliares.

Revisão do Módulo 16.5

a. A enteropeptidase é uma enzima liberada pelo duodeno que converte tripsinogênio em tripsina.

b. O corpo ou é incapaz de sintetizar aminoácidos essenciais ou os sintetiza em quantidade insuficiente; assim, esses aminoácidos essenciais devem ser fornecidos ao corpo através da dieta. Uma vez que o corpo sintetiza os aminoácidos não essenciais, não há necessidade de incluir essas substâncias na suplementação alimentar.

c. Os nutrientes de reserva incluem glicose, ácidos graxos e aminoácidos. A glicose é usada para o gasto de energia em curto prazo e sua quantidade excedente é armazenada como glicogênio. Os ácidos graxos são armazenados e utilizados como uma fonte de energia de longo prazo; eles também são utilizados para formar triglicérides. Os aminoácidos são utilizados para a síntese de proteínas funcionais e estruturais.

Revisão do Módulo 16.6

a. Nutrição é a ingestão e o metabolismo de nutrientes a partir de alimentos.

b. As vitaminas desempenham função importante, servindo como coenzimas em diversas vias metabólicas.

c. Minerais, como o sódio e o cloreto, determinam as concentrações osmóticas dos fluidos corporais. O minerais atuam no tamponamento dos fluidos corporais e são essenciais em uma variedade de reações enzimáticas.

Revisão do Módulo 16.7

a. Uma dieta equilibrada contém todas os ingredientes necessários para manter a homeostase e prevenir a desnutrição.

b. Uma proteína completa supre as necessidades de aminoácido essenciais do corpo. Uma proteína incompleta é deficiente em um ou mais aminoácidos essenciais.

c. O catabolismo de lipídios libera o maior número de calorias por grama, aproximadamente duas vezes maior em comparação ao peso equivalente de carboidratos ou proteínas.

Revisão do Módulo 16.8

a. A grelina, um hormônio secretado pela mucosa gástrica quando o estômago não está repleto, inibe o centro da saciedade e estimula o apetite.

b. A leptina é um hormônio peptídico produzido pelo tecido adiposo durante a síntese de triglicérides. Ela estimula o centro da saciedade e suprime o apetite.

c. Os transtornos alimentares são problemas psicológicos que resultam no consumo inadequado de alimentos (anorexia nervosa) ou consumo excessivo de alimentos, seguido por vômito (bulimia).

Revisão do Módulo 16.9

a. A fenilcetonúria (PKU) é uma desordem metabólica hereditária, resultante da incapacidade de converter a fenilalanina em tirosina. Isso implica na deficiência em alguns neurotransmissores vitais, levando a danos cerebrais graves.

b. Doenças por deficiência proteica são distúrbios nutricionais que resultam da falta de um ou mais aminoácidos essenciais. Kwashiorkor é um exemplo de deficiência proteica.

c. As reservas metabólicas são substratos orgânicos no corpo que podem ser catabolizadas para produzir a ATP necessária para a manutenção da vida.

Revisão da Seção 2

1. a. leptina; **b.** músculo esquelético; **c.** complexo B e C; **d.** corpos cetônicos; **e.** lipogênese; **f.** hipovitaminose; **g.** A, D, E, K; **h.** lipoproteínas; **i.** ácido pirúvico; **j.** lipólise; **k.** ácido úrico; **l.** caloria; **m.** desnutrição; **n.** inibe o centro de alimentação.

2. a. jejuno; **b.** catabolizadas para obtenção de energia ou convertidas em glicogênio para armazenamento; **c.** circulação venosa pelo ducto torácico; **d.** a quantidade excedente é imediatamente excretada na urina.

3. a. Os aminoácidos essenciais são necessários na dieta, pois o corpo é incapaz de sintetizá-los, ou os sintetiza em quantidade insuficiente. O corpo pode sintetizar os aminoácidos não essenciais conforme a necessidade. **b.** (1) A quebra de proteínas é mais difícil de ser realizada por causa da sua estrutura tridimensional complexa. (2) o rendimento energético obtido de proteínas (4,32 cal/g) é menor em comparação ao obtido de lipídios (9,46 cal/g). (3) As proteínas formam os componentes estruturais e funcionais mais importantes das células. O catabolismo proteico excessivo ameaçaria a homeostase celular em nível sistêmico. **c.** Vitaminas e minerais são tipos de cofatores. O sódio, o potássio, o cálcio e os íons de magnésio são importantes cofatores minerais. Várias vitaminas (complexo B e C) são coenzimas em vias metabólicas. **d.** As células do fígado podem quebrar ou sintetizar a maioria dos carboidratos, lipídos e aminoácidos. O fígado recebe intenso suprimento sanguíneo e, por isso, pode facilmente monitorar e regular os níveis sanguíneos desses nutrientes conforme a necessidade. O fígado também armazena energia sob a forma de glicogênio.

4. É provável que esteja ocorrendo cetoacidose, como consequência da anorexia. Seu corpo está metabolizando grandes quantidades de ácidos graxos e aminoácidos para obter energia e, como parte do processo, está produzindo grandes quantidades de corpos cetônicos (metabólitos normais a partir desses processos catabólicos). Uma das cetonas formadas é a acetona, que pode ser eliminada através dos pulmões. Isso explica o cheiro de hidrocarbonetos aromáticos no hálito. As cetonas são também convertidas em cetoácidos que, se produzidos em grandes quantidades, reduzem o pH do corpo, havendo a progressiva exaustão das reservas alcalinas do sistema tampão. Essa é provavelmente a causa das arritmias.

Revisão do Módulo 16.10

a. A taxa metabólica basal (TMB) é o gasto energético mínimo de

uma pessoa consciente, alerta e em repouso.

b. A radiação é responsável por aproximadamente metade da perda de calor de um indivíduo em ambiente fechado.

c. Condução é a transferência de calor direta através de contato físico. Convecção é o resultado da condução de calor para o ar em contato com a pele. O ar aquecido pela pele sobe e é repetidamente substituído por ar mais frio, até que não haja diferença de temperatura.

Revisão do Módulo 16.11

a. O mecanismo de conservação de calor, que resulta na condução de calor a partir das artérias profundas para as veias profundas adjacentes nos membros, é chamado de troca em contracorrente.

b. A termogênese sem tremor envolve a liberação de hormônios que aumentam a atividade metabólica dos tecidos, resultando em um aumento na temperatura do organismo.

c. A vasodilatação periférica aumentaria o fluxo sanguíneo para a pele, aumentando também a perda de calor do corpo. Como resultado, a temperatura do corpo diminuiria.

Revisão da Seção 3

1. a. bioenergética; **b.** radiação; **c.** termorregulação; **d.** evaporação; **e.** termogênese sem tremor; **f.** 60%; **g.** vasoconstrição periférica; **h.** troca em contracorrente; **i.** taxa metabólica basal; **j.** condução; **k.** 40%; **l.** vasodilatação periférica; **m.** hipotálamo; **n.** termogênese com tremor.

2. a. todas essas opções; **b.** radiação, condução, convecção e evaporação; **c.** respostas fisiológicas e modificações comportamentais; **d.** vasoconstrição periférica; **e.** triglicérides no tecido adiposo; **f.** continuamente.

3. a. O consumo de energia em repouso envolve produção de energia mitocondrial. Como a produção de energia mitocondrial requer oxigênio, a energia gerada é proporcional ao consumo de oxigênio. **b.** O centro de ganho de calor funciona na prevenção da hipotermia, ou temperatura do corpo inferior à normal, através da conservação do calor e aumento da produção de calor pelo corpo. **c.** A termogênese sem tremor aumenta a taxa metabólica da maioria dos tecidos através das ações de dois hormônios, a epinefrina e o hormônio estimulante da tireoide. No curto prazo, o centro de ganho de calor estimula as medulas das glândulas suprarrenais a liberar epinefrina pela divisão simpática do SNA. A epinefrina rapidamente aumenta a quebra do glicogênio (glicogenólise) no fígado e no músculo esquelético, e aumenta também a taxa metabólica da maioria dos tecidos. O aumento do metabolismo em longo prazo ocorre principalmente em crianças: o centro de ganho de calor ajusta os níveis de liberação da tirotropina (TRH) pelo hipotálamo. Quando a temperatura corporal está baixa, uma quantidade maior de TRH é liberada, o que estimula a liberação do hormônio da tireoide (TSH) pela adeno-hipófise. Em seguida, a glândula tireoide aumenta a sua taxa de liberação hormonal, e esses hormônios aumentam as taxas de catabolismo em todo o corpo.

Resumo do capítulo

1. As vitaminas e os minerais são componentes essenciais da dieta, porque o corpo não consegue sintetizar a maioria das vitaminas e minerais que ele necessita.

2. Com base apenas nas informações dadas, Charlie parece estar em boa saúde, pelo menos em relação à sua dieta e provável atividade física. Os problemas estão associados com níveis elevados de LDLs, que levam o colesterol para os tecidos periféricos e o disponibilizam para a formação de placas ateroscleróticas nos vasos sanguíneos. Altos níveis de HDL indicam que uma quantidade considerável de colesterol está sendo removida dos tecidos periféricos e levada para o fígado para eliminação. Você encorajaria Charlie a não mudar, e a manter um bom ritmo de atividade.

3. A vasoconstrição aumenta a temperatura do corpo, e a vasodilatação diminui a temperatura do corpo.

4. A região do encéfalo denominada hipotálamo funciona como o "termostato" do organismo, regulando a atividade do SNA (através de feedback negativo) em mecanismos homeostáticos como a sudorese e a termogênese com tremor.

5. Em inanição, o corpo precisa utilizar suas reservas de gordura e proteína para obter a energia necessária para a manutenção da vida. Entre as proteínas metabolizadas para obter energia estão os anticorpos. A perda de anticorpos associada à escassez de aminoácidos necessários para produzir novos anticorpos e sintetizar moléculas protetoras, como os interferons e proteínas complementares, resulta em uma maior suscetibilidade do corpo a agentes infecciosos, com menores possibilidades naturais de recuperação.

CAPÍTULO 17

Revisão do Módulo 17.1

a. Os rins estão localizados em um posição retroperitonial, posterior em relação aos órgãos abdominais peritonizados.

b. As marcas estruturais incluem o seguinte: cápsula fibrosa (cobrindo a superfície exterior dos rins), seio renal (cavidade interna), córtex renal (região superficial do rim), medula renal (região entre o córtex renal e o seio renal), pirâmide renal (estrutura cônica), papila renal (ápice da pirâmide renal), coluna renal (tecido entre as pirâmides renais adjacentes), lobo do rim (consiste de uma pirâmide renal, a área de córtex renal sobrejacente e os tecidos adjacentes das colunas renais), cálice menor (local de coleta da urina), cálice maior (estrutura formada pela fusão de quatro ou cinco cálices menores) e pelve renal (estrutura em forma de funil que recolhe a urina dos cálices maiores).

c. A pirâmide renal é uma massa cônica formada pela medula renal que termina na papila renal.

Revisão do Módulo 17.2

a. As estruturas primárias dos néfrons são o corpúsculo renal, o túbulo contorcido proximal, a alça nefrônica e o túbulo contorcido distal. As principais estruturas do sistema de coleta são o ducto coletor e o ducto papilar.

b. O corpúsculo renal consiste da cápsula glomerular e do glomérulo.

c. O fluido glomerular (também chamado filtrado) carece essencialmente de proteínas, enquanto o plasma sanguíneo contém uma variedade de moléculas de proteína maiores.

Revisão do Módulo 17.3

a. Caminho do fluxo de sangue da artéria renal à veia renal: artéria renal → artérias segmentares → artérias interlobares → artérias arqueadas → artéria interlobular → arteríolas aferentes → glomérulo → arteríolas eferentes → capilares peritubulares → veias interlobulares → veias arqueadas → veias interlobares → veia renal.

b. O sangue entra no glomérulo pela arteríola aferente e sai pela arteríola eferente.

c. Os vasos retos são capilares peritubulares longos e retos, paralelos à alça nefrônica de um néfron justamedular.

Revisão da Seção 1

1. a. seio renal: cavidade interna no rim, que contém cálices e pelve renal do ureter e vasos sanguíneos (artérias segmentares, artéria renal e veia renal); **b.** pelve renal: expansão do ureter em forma de funil que coleta urina dos cálices maiores; **c.** hilo: depressão na borda medial do rim, ponto de entrada para a artéria renal e nervos renais, e ponto de saída para a veia renal e ureter, **d.** ureter: tubo que conduz a urina da pelve renal para a bexiga urinária; **e.** cápsula fibrosa (camada externa): cobertura da superfície do rim e revestimento do seio renal; **f.** cálice menor: subdivisão dos cálices maiores da urina que entram das papilas renais; **g.** cálice maior: subdivisão principal da pelve renal formada a partir da fusão de quatro ou cinco cálices maiores; **h.** córtex renal: a parte externa do rim contendo as colunas renais (extensões entre as pirâmides renais) e porções dos néfrons (corpúsculos renais e túbulos contorcidos proximais e distais); **i.** medula renal: parte do rim formada pelas pirâmides renais; **j.** papila renal: porção afiliada da pirâmide renal que se projeta em um cálice menor; **k.** pirâmide renal: estrutura cônica do rim e que corresponde à região medular, contendo túbulos renais e ductos do sistema de coleta e os vasos retos; **l.** colunas renais: tecido cortical que separa as pirâmides renais; **m.** lobo do rim: parte do rim que consiste de uma pirâmide renal e tecido adjacente de córtex renal.

2. a. bexiga urinária; **b.** néfrons; **c.** túbulos renais; **d.** glomérulo; **e.** túbulo contorcido proximal; **f.** ductos papilares; **g.** medula renal; **h.** seio renal; **i.** cálices maiores; **j.** ureter.

Revisão do Módulo 17.4

a. Os três processos distintos de formação da urina no rim são filtração, reabsorção e secreção.

b. A filtração ocorre exclusivamente através da membrana de filtração no corpúsculo renal.

c. A aldosterona é o hormônio responsável pela regulação da reabsorção do íon de sódio no TCD e sistema de coleta.

Revisão do Módulo 17.5

a. A permeabilidade do TCP à água não pode mudar, porque a reabsorção de água ocorre sempre que a concentração osmótica do fluido peritubular excede a do fluido tubular.

b. Níveis de ADH elevados causam o aparecimento de mais canais de água, ou aquaporinas, no TCD. Como resultado, mais água é reabsorvida dentro do fluido peritubular, o que reduz o volume de água na urina, tornando-a mais concentrada.

c. Níveis de ADH mais baixos no TCD reduzem a concentração osmótica na urina, devido à presença de mais água na urina. O resultado é um volume maior de mais urina diluída.

Revisão do Módulo 17.6

a. O filtrado produzido no corpúsculo renal tem a mesma pressão osmótica que o plasma.

b. A reabsorção ativa de íons e substratos orgânicos faz com que a osmose ocorra.

c. O gradiente de concentração da medula renal é mantido pela retirada de solutos e água da área pelos vasos retos, que os transportam para o sistema venoso.

Revisão do Módulo 17.7

a. A hemodiálise é o processo de utilização de uma membrana semipermeável artificial para remover resíduos de produtos do sangue de uma pessoa cujos rins não estão funcionando adequadamente.

b. A insuficiência renal crônica envolve uma perda progressiva da função renal, enquanto a insuficiência renal aguda envolve uma perda súbita da função renal.

c. Os pacientes em diálise frequentemente são tratados com Epogen ou Procrit (uma forma sintética de eritropoietina) para o tratamento da anemia, pois, em virtude do mau funcionamento dos rins, eles produzem muito pouco eritropoietina (EPO). A EPO é o hormônio que estimula o desenvolvimento dos glóbulos vermelhos pela medula óssea vermelha.

Revisão da Seção 2

1. a. túbulo contorcido proximal: reabsorve água, íons e material orgânico (nutrientes) do filtrado; **b.** corpúsculo renal: câmara expandida que encerra o glomérulo e onde o filtrado original é formado; **c.** alça nefrônica: parte do néfron que reabsorve água, sódio e íons cloreto, e produz o gradiente de concentração na medula renal; **d.** túbulo contorcido distal: reabsorve quantidade variável de água (sob o controle do ADH) e quantidade variável de Na+ (sob o controle da aldosterona), e secreta quantidade variável de solutos; **e.** sistema de coleta: realiza absorção variável de água (sob controle do ADH) e reabsorção de íons de sódio (sob controle da aldosterona) que recebe e leva a urina para o armazenamento e a eliminação.

2. a. corpúsculo renal; **b.** podócitos; **c.** filtrado; **d.** ureia; **e.** aparelho justaglomerular; **f.** aquaporinas; **g.** poliúria; **h.** aldosterona; **i.** TCP; **j.** ADH.

3. a. Seis substâncias que se difundem a partir do sangue são os íons potássio, íons fosfato, íons sulfato, ureia, creatinina e ácido úrico. Duas substâncias que se difundem no sangue são os íons de bicarbonato e glicose. **b.** Uma máquina de diálise substitui a filtração glomerular normal.

Revisão do Módulo 17.8

a. A urina é transportada pelos ureteres, armazenada dentro da bexiga urinária e eliminada através da uretra.

b. O esfíncter da uretra externa (um músculo voluntário) deve estar relaxado para que a micção ocorra.

c. A vontade de urinar normalmente aparece quando a bexiga urinária contém cerca de 200 ml de urina. O reflexo de micção começa a funcionar quando os receptores de estiramento forneceram estimulação adequada para os neurônios motores parassimpáticos. A atividade nos neurônios motores gera potenciais de ação que atingem o músculo liso na parede da bexiga urinária. Esses impulsos eferentes seguem pelos nervos pélvicos, produzindo uma contração sustentada da bexiga urinária.

Revisão do Módulo 17.9

a. Disúria é o termo para a micção dolorosa ou difícil.

b. A obstrução de um ureter por um cálculo renal iria interferir no fluxo de urina entre os rins e a bexiga.

c. Você pode encontrar cilindros de glóbulos vermelhos, glóbulos brancos, cilindros granulares e cilindros hialinos no sedimento urinário.

Revisão da Seção 3

1. a. esfíncter interno da uretra; **b.** trígono; **c.** esfíncter externo da uretra; **d.** cálculos renais; **e.** rugas; **f.** próstata; **g.** detrusor; **h.** pielograma; **i.** uretra; **j.** micção; **k.** fibras parassimpáticas pós-ganglionares.

2. a. Receptores de estiramento são estimulados. **b.** As fibras aferentes transmitem informação para a medula espinal sacral. **c.** As fibras parassimpáticas pré-ganglionares transmitem comandos motores. **d.** O músculo detrusor é estimulado a contrair. **e.** O indivíduo relaxa o esfíncter externo da uretra, provocando o relaxamento muscular do esfíncter interno.

3. Os quatro primeiros sinais e sintomas dos distúrbios urinários são de (1) alterações no volume de urina, (2) alterações na frequência da urina, (3) alterações na frequência de micção, e (4) dor.

4. Cistite/pielonefrite: ambas condições envolvem inflamação e infecções do sistema urinário, mas a cistite refere-se à bexiga urinária, enquanto a pielonefrite refere-se ao rim; incontinência por estresse/incontinência por transbordamento: ambas condições envolvem uma incapacidade de controlar a micção, mas a incontinência por estresse envolve perda periódica involuntária, enquanto a incontinência por transbordamento envolve um fio contínuo e lento de urina.

Revisão do Módulo 17.10

a. As principais rotas de perda hídrica são a micção (rins), a evaporação na pele, a evaporação nos pulmões e a perda de água nas fezes.

b. Um desvio de fluido é um movimento rápido de água entre o FCE e o FIC em resposta a um gradiente osmótico.

c. Equilíbrio hídrico é quando a quantidade de água que você ganha a cada dia é igual à quantidade que você perde. Equilíbrio mineral é o estado do corpo em que os ganhos de íons (absorção de íon) e perdas (excreção de íons) são iguais.

Revisão do Módulo 17.11

a. Quando os osmorreceptores são inibidos, a liberação de ADH diminui, e a sede é suprimida.

b. A aldosterona causa aumento da retenção urinária de sódio e, assim, o aumenta da concentração de íons de sódio no FEC.

c. Mudanças no equilíbrio de sódio resultam em expansão ou contração do FEC. Grandes variações no volume de FEC são corrigidos por mecanismos homeostáticos acionados por mudanças no volume de sangue. Se o volume de sangue torna-se demasiado baixo, ADH e aldosterona são secretadas, aumentando a concentração de íons de sódio na FEC. Se o volume torna-se demasiado alto, peptídeos natriuréticos são secretados.

Revisão da Seção 4

1. a. osmorreceptores; **b.** equilíbrio hídrico; **c.** plasma, fluido intersticial; **d.** sódio; **e.** ADH; **f.** minerais; **g.** potássio; **h.** compartimentos fluidos; **i.** rins; **j.** desvio de fluido; **k.** plasma hipertônico; **l.** proteínas; **m.** desidratação; **n.** aldosterona.

2. a. fluido intracelular (FIC); **b.** rins e glândulas sudoríferas; **c.** das células para o FEC até o restabelecimento do equilíbrio; **d.** fica hipotônico em relação ao FIC; **e.** todos eles; **f.** para fora do FIC e para dentro do FEC.

3. Duas etapas principais envolvidas na regulação das concentrações de íons de sódio são: (1) mudanças nos níveis circulantes de ADH e (2) uma mudança de fluido para dentro ou para fora do FIC.

Revisão do Módulo 17.12

a. Acidemia é a condição na qual o pH cai abaixo de plasma 7,35. A alcalemia ocorre quando o pH do plasma fica acima de 7,45 .

b. A dissociação de ácido carbônico é o fator mais importante que afeta o pH do FEC.

c. Existe uma relação inversa entre os níveis de pH e CO_2.

Revisão do Módulo 17.13

a. Os três principais sistemas tampão do corpo são o sistema tampão de fosfato, sistema tampão de proteína e o sistema tampão de ácido-carbônico bicarbonato.

b. As proteínas e aminoácidos livres podem aceitar íons de hidrogênio em seus grupos aminoexpostos e diversos grupos R. Os íons de hidrogênio também podem ser aceitos por seus íons carboxilatos expostos, que se formam novamente como grupos carboxilas.

c. O sistema tampão de ácido carbônico-bicarbonato protege contra as mudanças de pH causadas por ácidos gerados por atividade metabólica. Ele usa o H+ liberado por esses ácidos para gerar ácido carbônico, que se dissocia em H_2O e CO_2, o último dos quais é exalado pelos pulmões.

Revisão do Módulo 17.14

a. A acidose metabólica é consequência do esgotamento da reserva de bicarbonato, causada pela incapacidade de excretar íons hidrogênio nos rins, pela produção de uma grande quantidade de ácidos ou perda de bicarbonato. A alcalose metabólica ocorre quando as concentrações de íon bicarbonato tornam-se elevadas.

b. A acidose respiratória resulta de níveis excessivos de dióxido de carbono nos fluidos corporais. A alcalose respiratória se desenvolve quando a atividade respiratória abaixa os níveis de dióxido de carbono no plasma para níveis abaixo do normal.

c. Os rins mantêm o HCO_3- e eliminam o H+ na urina durante a acidose metabólica.

Revisão da Seção 5

1. **a.** aumento do CO_2; **b.** acidose; **c.** diminuição do pH plasmático; **d.** aumento; **e.** secretado; **f.** gerado; **g.** diminuição; **h.** diminuição; **i.** aumento; **j.** diminuição do CO_2; **k.** alcalose; **l.** aumento do pH plasmático; **m.** diminuição; **n.** gerado; **o.** secretado; **p.** aumento; **q.** aumento; **r.** diminuição.

2. O menino apresenta acidose metabólica e respiratória. A acidose metabólica ocorreu primeiro, e a partir da grande quantidade de ácido lático gerado pelos músculos do rapaz, enquanto ele lutava na água (a dissociação de ácido lático libera íons de hidrogênio e íons de lactato). Uma hipoventilação sustentada durante o afogamento contribuiu para uma hipóxia tecidual (baixo O_2) e acidose respiratória. A acidose respiratória se desenvolveu conforme o CO_2 aumentou no FEC, aumentando a produção de ácido carbônico e sua dissociação em H+ e HCO_3- . É necessário tratamento de emergência imediato; o procedimento usual envolve algumas formas de assistência respiratória artificial ou mecânica (para aumentar a frequência respiratória e diminuir o CO_2 no FEC), juntamente com uma infusão intravenosa de uma solução isotônica tamponada que absorveria os íons de hidrogênio no FEC e aumentaria o fluido de pH do corpo.

Resumo do capítulo

1. Aumentar o volume de produção de urina diminui o volume total de sangue do corpo, que por sua vez leva a uma diminuição da pressão sanguínea. Um edema frequentemente ocorre quando a pressão do sangue excede as forças de reabsorção opostas nos capilares da área afetada. Dependendo da verdadeira causa do edema, diminuir a pressão sanguínea iria diminuir a formação do edema e, eventualmente, fazer com que alguns dos fluidos movam-se dos espaços intersticiais de volta para o sangue.

2. Como o manitol é filtrado, mas não reabsorvido, beber uma solução de manitol levaria a um aumento da osmolaridade do filtrado. Menor quantidade de água seria reabsorvida e seria gerado um aumento no volume de urina produzida.

3. As proteínas são excluídas do filtrado, pois elas são muito grandes para passarem através dos poros das fendas de filtraçao. Manter as proteínas no plasma garante que a osmolaridade do sangue vai se opor à filtração e devolver a água ao plasma.

4. As secreções digestivas contêm níveis elevados de bicarbonato, de forma que indivíduos com diarreia podem perder quantidades significativas desse íon tão importante, levando à acidose. Seria de esperar que o pH do sangue de Milly estivesse menor que 7,35, e que o pH de sua urina estivesse baixo (devido ao aumento da excreção renal de íons de hidrogênio). Também esperaríamos um aumento na frequência e na profundidade da respiração, já que o sistema respiratório tenta compensar, eliminando dióxido de carbono.

5. O equilíbrio hídrico é um estado no qual a quantidade de água adquirida cada dia é igual à quantidade perdida para o ambiente. É vital que o teor de água do corpo permaneça estável, pois é um ingrediente essencial do citoplasma e responde por cerca de 99% do volume do FEC. O equilíbrio eletrolítico ocorre quando não existe nem ganho líquido nem perda líquida de qualquer íon nos fluidos corporais. É importante que as concentrações iônicas da água do corpo permaneçam dentro dos limites normais; se os níveis de cálcio ou potássio ficarem muito altos, por exemplo, arritmias cardíacas podem se desenvolver. O equilíbrio ácido-base acontece quando a produção e a perda de íons hidrogênio são precisamente compensadas. O pH dos fluidos corporais permanece dentro dos limites normais; variações fora desses limites podem ser fatais.

CAPÍTULO 18

Revisão do Módulo 18.1

a. Os órgãos reprodutores masculinos são o escroto, dois testículos, dois epidídimos, um par de ductos deferentes, dois ductos ejaculatórios, uma uretra, duas glândulas seminais, uma próstata, duas glândulas bulbouretrais e um pênis.

b. A espermatogênese é a produção de espermatozoides e envolve a mitose, meiose I, meiose II e a espermiogênese.

c. Um espermatozoide normal tem um acrossoma que contém enzimas essenciais para a fecundação; uma cabeça com um núcleo com cromossomos densamente condensados; o colo que contém uma parte intermediária contendo mitocôndrias que fornecem ATP para a propulsão; e um flagelo, uma estrutura similar a um chicote que movimenta a célula.

Revisão do Módulo 18.2

a. Hormônios reguladores importantes no estabelecimento e manutenção da função sexual masculina são o GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina) do hipotálamo, o LH (hormônio luteinizante) e o FSH (hormônio folículo estimulante) da adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise). A testosterona é um hormônio importante que atua nos tecidos periféricos e auxilia na espermatogênese e espermiogênese, estimulando a atividade das células de Sertoli.

b. Os testículos, o hipotálamo e a adeno-hipófise secretam os hormônios que controlam as funções reprodutivas masculinas.

c. Os baixos níveis de FSH levariam à redução da produção de espermatozoides.

Revisão do Módulo 18.3

a. As duas etapas de capacitação envolvem a motilidade e a capacidade de fertilização. Na primeira etapa, os espermatozoides adquirem motilidade quando se juntam com secreções das glândulas seminais. Na segunda etapa, os espermatozoides tornam-se capazes de fertilização com sucesso quando são expostos a condições no trato reprodutivo feminino.

b. Sêmen é o fluido reprodutor masculino. Ele contém espermatozoides mais as secreções das glândulas seminais, da próstata e glândulas bulbouretrais.

c. A cauda de cada epidídimo conecta-se com o ducto deferente, que passa pelo canal inguinal, como parte do funículo espermático. Perto da glândula da próstata, cada ducto deferente se alarga para formar uma ampola. A junção da base da glândula seminal e a ampola formam o ducto ejaculatório, que se abre na uretra prostática.

Revisão do Módulo 18.4

a. As partes do pênis incluem a raiz, corpo, colo, glande e prepúcio. A raiz conecta o pênis à parede corporal; o corpo (eixo) é a parte móvel, tubular; o colo é a porção mais estreita, entre o eixo e a glande; a glande é a extremidade distal expandida, que circunda o orifício uretral externo; e o prepúcio circunda a extremidade do pênis.

b. As três colunas de tecido erétil são o corpo esponjoso e o par de corpos cavernosos.

c. Quando a musculatura lisa das paredes arteriais do tecido erétil relaxa, os vasos dilatam-se e o fluxo sanguíneo aumenta. Isso resulta na congestão dos espaços vasculares com sangue, causando ereção do pênis.

Revisão do Módulo 18.5

a. Hipertrofia prostática benigna é o termo médico para o aumento

da próstata que ocorre espontaneamente em homens acima de 50 anos.

b. Dois tratamentos possíveis para câncer de próstata são a radioterapia e a prostatectomia (remoção da glândula da próstata).

c. O câncer de testículo é o câncer mais comum entre os homens com idade entre 15 e 35 anos.

Revisão da Seção 1

1. a. ducto deferente; **b.** uretra; **c.** pênis; **d.** epidídimo; **e.** testículo; **f.** orifício ureteral externo; **g.** escroto; **h.** glândula seminal; **i.** próstata; **j.** ducto ejaculatório; **k.** glândula bulbouretral.

2. a. músculo dartos; **b.** espermatogônias; **c.** túbulos seminíferos; **d.** células intersticiais; **e.** espermiogênese; **f.** espermatogênese; **g.** pênis e escroto; **h.** flagelo; **i.** capacitação; **j.** sêmen; **k.** prepúcio; **l.** corpo esponjoso; **m.** hormônio luteinizante (LH); **n.** hormônio folículo-estimulante (FSH).

3. Os níveis normais de testosterona (1) promovem a maturação funcional dos espermatozoides, (2) mantêm as glândulas acessórias e órgãos do sistema reprodutivo masculino, (3) estabelecem e mantêm as características sexuais secundárias masculinas, (4) estimulam o crescimento ósseo e muscular, (5) estimulam comportamentos sexuais e desejos sexuais (libido).

Revisão do Módulo 18.6

a. Os principais órgãos do sistema genital feminino são os ovários, as tubas uterinas, o útero, a vagina e a genitália externa.

b. Os ovários, as tubas uterinas e o útero estão recobertos pelo ligamento largo. O mesovário sustenta e estabiliza cada ovário.

c. Os ovários produzem gametas femininos imaturos chamados de ovócitos; secretam hormônios sexuais femininos, incluindo estrogênio e progesterona; e secretam inibina, que está envolvida no controle de feedback da produção de FSH.

Revisão do Módulo 18.7

a. Um ovócito é um gameta feminino imaturo cuja divisão meiótica irá produzir um único ovócito secundário e três corpúsculos polares.

b. Os homens produzem gametas da puberdade até a morte; as mulheres produzem gametas somente a partir da puberdade até a menopausa. Os homens produzem muitos gametas de uma só vez; as mulheres normalmente produzem um ou dois em cada ciclo do ovário. Os homens liberam gametas maduros que já tenham concluído a meiose; as mulheres liberam ovócitos secundários suspensos na metáfase da meiose II.

c. Eventos importantes no ciclo ovariano são (1) a formação de folículos primários, (2) a formação de folículos secundários, (3) a formação de um folículo terciário, (4) a ovulação, (5) a formação de um corpo lúteo e (6) a degeneração do corpo lúteo.

Revisão do Módulo 18.8

a. As regiões do útero são o fundo, o corpo e a cérvice.

b. A camada externa é o perimétrio, composta de uma serosa incompleta; a camada média é o miométrio muscular; e o endométrio é a camada glandular, interna.

c. Ovócitos secundários liberados chegam à tuba uterina com o auxílio da ação de batimento dos cílios da superfície interna das fímbrias do infundíbulo.

Revisão do Módulo 18.9

a. A vagina (1) serve como passagem para eliminação de fluidos menstruais; (2) recebe o pênis durante a relação sexual, e mantém os espermatozoides antes de sua passagem para dentro do útero; e (3) forma a parte inferior do canal do parto, através do qual o feto passa no momento do nascimento.

b. A vagina é um tubo muscular que se estende entre o útero e a genitália externa; seu revestimento forma dobras chamadas rugas. A porção proximal da vagina é marcada pela cérvice, que mergulha no canal vaginal, e o recesso raso conhecido como fórnice. O hímen, uma dobra epitelial fina, bloqueia parcialmente a entrada da vagina até que uma distorção física o rompa.

c. As glândulas vestibulares maiores femininas são semelhantes às glândulas bulbouretrais masculinas, e tanto o pênis quanto o clitóris têm tecido erétil característico.

Revisão do Módulo 18.10

a. A lactação é a secreção de leite pelas glândulas mamárias.

b. O bloqueio de um único seio lactífero não interferiria no fornecimento de leite para o mamilo, porque cada mama geralmente tem de 15 a 20 seios lactíferos.

c. Rota do fluxo de leite: alvéolos secretores dos lobos secretores da glândula mamária → ductos intralobares → ducto lactífero lobar → seio lactífero → superfície do mamilo.

Revisão do Módulo 18.11

a. O final do declínio nos níveis de estrógeno e progesterona marca o início da menstruação e o início de um novo ciclo uterino.

b. Se o pico de LH não ocorrer durante um ciclo do ovário, a ovulação e formação de corpo lúteo não podem ocorrer.

c. A hipófise secreta FSH e LH. O FSH estimula o desenvolvimento do folículo, e folículos ativados e células do ovário produzem estrogênio. Altos níveis de estrogênio estimulam a secreção de LH e de uma liberação maciça de LH. A progesterona é produzida pelo corpo lúteo e é o principal hormônio da fase lútea do ciclo uterino. As alterações nos níveis de estrogênio e progesterona são responsáveis pela manutenção do ciclo uterino.

Revisão do Módulo 18.12

a. Uma doença sexualmente transmissível (DST) é uma doença que é transferida de um indivíduo para outro principalmente ou exclusivamente através do contato sexual.

b. O câncer de ovário geralmente origina-se nas células epiteliais.

c. O papilomavírus humano (HPV) causa a maioria dos casos de câncer de colo do útero.

Revisão do Módulo 18.13

a. Vasectomia é a remoção cirúrgica de um segmento de cada ducto deferente e a amarração, cauterização, ou inserção de tampões nas extremidades cortadas, evitando assim que os espermatozoides alcancem as porções distais do trato reprodutivo masculino.

b. Os preservativos fornecem uma boa proteção contra doenças sexualmente transmissíveis.

c. As injeções de Depo-Provera (uma forma de contracepção apenas com progesterona) resultam na cessação do ciclo uterino em 50% das mulheres que usam esse produto (os ciclos uterinos eventualmente retomam após descontinuação do uso do produto).

Revisão da Seção 2

1. a. infundíbulo; **b.** ovário; **c.** tuba uterina; **d.** perimétrio; **e.** miométrio; **f.** endométrio; **g.** útero; **h.** clitóris; **i.** pequenos lábios; **j.** grandes lábios; **k.** fórnice; **l.** cérvice; **m.** vagina.

2. a. ovócitos; **b.** menarca; **c.** vasectomia; **d.** ligamento largo; **e.** bolsa retouterina; **f.** corpo lúteo; **g.** ciclo menstrual; **h.** lactação; **i.** ovários; **j.** surto de LH; **k.** cérvice; **l.** ligação tubária; **m.** fertilização; **n.** vulva.

3. As células do endométrio têm receptores para estrogênios e progesterona, e respondem a esses hormônios como se as células ainda estivessem no corpo do útero. Sob a influência de estrogênios, as células endometriais proliferam no início do ciclo uterino (menstrual) e começam a desenvolver glândulas e vasos sanguíneos, os quais, em seguida, desenvolvem ainda mais sob o controle de progesterona. Este aumento dramático no tamanho do tecido exerce pressão sobre os tecidos vizinhos ou, de alguma outra maneira, interfere na sua função. A expansão recorrente do tecido em um local anormal é que causa dor periódica.

Resumo do capítulo

1. A presença de amenorreia induzida por exercício sugere que uma quantidade de gordura corporal é necessária para que o ciclo menstrual ocorra. Se os níveis de gordura corporal caem abaixo de certo ponto, a menstruação cessa.

2. Como uma mulher que carece de gordura corporal adequada pode não ter reservas de energia necessárias para ter uma gravidez bem-sucedida, mecanismos compensatórios em seu corpo evitam a gravidez, fechando o ciclo ovariano e, portanto, o ciclo menstrual. Quando seu corpo posteriormente acumula suficientes reservas de energia na gordura corporal, os ciclos recomeçam.

3. A deficiência de estrogênio pode levar à infertilidade, atrofia vaginal e da mama e osteoporose. Ele pode também aumentar o risco de ataques cardíacos mais tarde.

4. As mulheres com mais frequência sofrem com peritonite decorrente de uma infecção do trato urinário, pois os organismos infecciosos que saem do orifício

uretral podem mais facilmente entrar na vagina, e se estabelecer nas proximidades. De lá, eles podem seguir para o útero, tuba uterina e, finalmente, para a cavidade peritoneal. No homem não existe nenhum caminho direto de entrada na cavidade abdominopélvica.

5. A partir do ducto ejaculatório masculino, o esperma segue para a uretra como um componente do sêmen. O sêmen é um líquido viscoso contendo espermatozoides e secreções dos testículos, glândulas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais. O sêmen é, então, ejaculado dentro da vagina. Os espermatozoides continuam pelo canal vaginal, através do útero, para as tubas uterinas. Aproximadamente metade da ejaculação entra na tuba uterina esquerda e a outra metade entra na tuba uterina direita. Os espermatozoides continuam nadando em direção ao ovário, até que encontram o ovócito secundário ainda na região ampolar da tuba uterina.

CAPÍTULO 19

Revisão do Módulo 19.1

a. A clivagem é a série de divisões celulares que ocorre no zigoto imediatamente após a fertilização. A clivagem produz um aumento crescente do número de células-filhas cada vez menores.

b. O estágio de blastocisto começa assim que o zigoto chega à cavidade uterina.

c. O blastocisto consiste de um trofoblasto externo e uma massa celular interna. A implantação ocorre quando o blastocisto adere e, em seguida, fica encerrado dentro do revestimento do útero, aproximadamente 7 a 10 dias após a fertilização.

Revisão do Módulo 19.2

a. Neoplasia trofoblástica gestacional é um tumor formado quando algo dá errado com os sistemas reguladores da divisão celular trofoblástica. Se não tratado, o neoplasma pode tornar-se maligno.

b. Gastrulação é o processo de migração celular que forma as três principais camadas germinativas – o endoderma, o ectoderma e o mesoderma – do disco embrionário. É a partir dessas camadas germinativas que os sistemas do organismo se diferenciam.

c. O mesoderma dá origem a quase todos os sistemas do corpo, exceto os sistemas nervoso e respiratório.

Revisão do Módulo 19.3

a. As quatro membranas extraembrionárias são o saco vitelino, âmnio, alantoide e córion.

b. A base do alantoide dá origem à bexiga urinária.

c. O saco vitelino se forma do endoderma e mesoderma; é um local importante de formação de glóbulos vermelhos. O âmnio se forma do ectoderma e mesoderma; ele contém o fluido que circunda e serve de apoio ao embrião e ao feto em desenvolvimento. A alantoide se forma do endoderma e mesoderma; sua base dá origem à bexiga urinária. O córion se forma do mesoderma e trofoblasto; ele circunda a blastocele.

Revisão do Módulo 19.4

a. Os hormônios sintetizados pelo trofoblasto sincicial são a gonadotrofina coriônica humana (hCG), o lactogênio placentário humano (hPL), a relaxina, a progesterona e o estrogênio.

b. A presença da gonadotrofina coriônica humana (hCG) na urina proporciona um indicador confiável de gravidez.

c. Após o primeiro trimestre, a placenta é suficientemente funcional para manter a gravidez.

Revisão do Módulo 19.5

a. Organogênese é o processo de formação dos órgãos.

b. No segundo trimestre, os sistemas de órgãos aumentam em complexidade. Durante o terceiro trimestre, muitos dos sistemas de órgãos tornam-se totalmente funcionais.

c. Durante o terceiro trimestre, o feto passa por seu maior ganho de peso.

Revisão do Módulo 19.6

a. As principais mudanças que ocorrem nos sistemas maternos durante a gravidez são o aumento da frequência respiratória, do volume corrente, do volume de sangue, do suprimento de nutrientes, da taxa de filtração glomerular materna (GFR) e do tamanho do útero e das glândulas mamárias.

b. O volume sanguíneo da mãe aumenta durante a gravidez para compensar a redução no volume de sangue maternal, consequência do fluxo sanguíneo para a placenta.

c. A dificuldade respiratória em mulheres grávidas é resultado do útero aumentado pressionando contra o diafragma e os pulmões. Isso torna mais difícil a expansão dos pulmões.

Revisão do Módulo 19.7

a. A relaxina, produzida pela placenta, relaxa as articulações pélvicas e dilata a cérvice, e o peso do feto distende o útero. O aumento dos níveis de estrogênio promove a liberação de ocitocina; o aumento de estrogênio eleva a sensibilidade do miométrio para os efeitos da ocitocina; e os músculos lisos do miométrio já distendidos contraem ainda mais.

b. O estrogênio e a ocitocina estimulam a produção de prostaglandinas, que são as principais responsáveis pelo início do verdadeiro trabalho de parto.

c. O estágio de dilatação começa com o início do verdadeiro trabalho de parto, à medida que a cérvice dilata e o feto começa a se mover em direção ao canal cervical; mais tarde neste estágio o âmnio rompe-se. O estágio de expulsão começa quando a cérvice se dilata completamente e continua até que o feto tenha emergido completamente da vagina (nascimento). No estágio da placenta, o útero contrai-se gradualmente, rompendo as conexões entre o endométrio e a placenta, expulsando a placenta.

Revisão do Módulo 19.8

a. A ocitocina provoca o reflexo de descida do leite.

b. O colostro é produzido pelas glândulas mamárias a partir do fim do sexto mês de gravidez até poucos dias após o nascimento, e contém anticorpos. Depois disso, as glândulas começam a produzir leite materno, que contém anticorpos e lisozima, mas tem um teor de gordura, açúcar e proteína mais alto que o colostro.

c. Os estágios pós-natal de desenvolvimento são o período neonatal, desde o nascimento até um mês; a primeira infância, a partir de um mês a 2 anos de idade; a infância, de dois anos até o início da maturação sexual; adolescência, que começa com o início da maturação sexual (puberdade) entre as idades de 9 e 14 anos e termina quando o crescimento está concluído (por volta de 18 anos); e a maturidade, que inclui o resto da vida do indivíduo. Um estágio final denominado senescência, ou envelhecimento, complementa a maturidade.

Revisão do Módulo 19.9

a. Os três eventos hormonais que se interagem, associados com o aparecimento da puberdade, são (1) o aumento da produção de GnRH pelo hipotálamo; (2) o aumento da sensibilidade ao GnRH pelo lobo anterior da glândula hipófise; e (3) aumento rápido nos níveis de circulação de FSH e LH pelas células dos testículos e do ovário.

b. Os homens têm a voz mais grave e laringes maiores do que as mulheres porque a testosterona estimula o desenvolvimento laríngeo nos homens mais do que o estrogênio estimula o desenvolvimento laríngeo nas mulheres.

c. Quanto mais elevados os níveis de estrogênio em mulheres pré-menopáusicas (em comparação aos homens adultos), maior será a redução nos níveis de colesterol plasmático, desacelerando a formação de placas e diminuindo o risco da aterosclerose.

Revisão da Seção 1

1. **a.** concepção; **b.** período neonatal; **c.** parto; **d.** gestação; **e.** hCG; **f.** relaxina; **g.** colostro; **h.** âmnio; **i.** blastocisto; **j.** endométrio; **k.** massa celular interna; **l.** trofoblasto sincicial; **m.** mórula; **n.** disco embrionário.
2. **a.** nona semana após a fertilização; **b.** veia, transporta sangue oxigenado; **c.** segundo trimestre; **d.** clivagem, implantação, placentação, embriogênese; **e.** primeiro trimestre; **f.** respiratório, digestório e urinário.
3. É muito pouco provável que a condição do bebê seja resultado de uma infecção viral contraída durante o terceiro trimestre. O desenvolvimento dos sistemas de órgãos ocorre durante o primeiro trimestre, e até o final do segundo trimestre a maioria dos órgãos está totalmente formada. Durante o terceiro trimestre, o feto passa por um crescimento enorme, mas pouca formação de órgãos ocorre.

Revisão do Módulo 19.10

a. Homozigoto significa que cromossomos homólogos carregam o mesmo alelo de um determinado gene. Heterozigoto significa que cromossomos homólogos

carregam alelos diferentes de um determinado gene.

b. Na herança simples, as características fenotípicas são determinadas pelas interações entre um único par de alelos. A herança poligênica envolve interações entre alelos de vários genes.

c. O fenótipo de uma pessoa que é heterozigoto para cabelos encaracolados – isto é, uma pessoa com um alelo dominante e outro alelo recessivo para esse traço – seria cabelo encaracolado.

Revisão do Módulo 19.11

a. Um polimorfismo de nucleotídeo único é uma variante de um único par de bases numa sequência de DNA.

b. (1) XO: síndrome de Turner; (2) XXY: síndrome de Klinefelter.

c. Características ligadas ao X são expressas com mais frequência nos homens do que nas mulheres porque os homens têm um cromossomo Y que não tem alelo correspondente e um único cromossomo X.

Revisão da Seção 2

1. a. fenótipo; **b.** alelos; **c.** homólogo; **d.** ligado ao X; **e.** genótipo; **f.** loco; **g.** heterozigoto; **h.** genética; **i.** homozigoto; **j.** herança poligênica; **k.** herança simples; **l.** autossomos.

2. a. Crianças que não conseguem enrolar a língua devem ser homozigotas recessivas para esta condição, e a única maneira de uma criança receber dois alelos recessivos de pais com capacidade de enrolar a língua é ter pais que são ambos heterozigotos.

b. O alelo para acondroplasia (nanismo) deve ser dominante. Para que pais com nanismo produzam uma criança normal, a criança deve ser homozigota recessiva e, portanto, ambos os pais devem ser heterozigotos. E a probabilidade de que seu próximo filho (e todas as crianças subsequentes) seja de tamanho normal é de 1 em 4, ou seja, 25%.

Resumo do capítulo

1. A clivagem é uma série de divisões celulares a partir do zigoto, em que as células tornam-se menores a cada divisão. A divisão celular envolve o crescimento das células após cada divisão.

2. Os mecanismos de feedback positivo entre os níveis crescentes de ocitocina e o aumento da distensão uterina garantem que as contrações do trabalho de parto continuem até que seja concluído.

3. Os cromossomos XY resultam em um menino. A testosterona deve estar presente para estimular as características sexuais masculinas.

4. Embora tecnicamente seja necessário apenas um espermatozoide para fecundar um ovócito secundário, ter uma baixa contagem de esperma significa que a maioria dos espermatozoides que entrar no trato reprodutivo feminino será morta ou desativada, antes que atinja o útero. Assim, poucos espermatozoides alcançam o ovócito secundário na tuba uterina, para produzir enzimas acrossômicas suficientes para habilitar um espermatozoide a penetrar o ovócito.

5. A probabilidade de as filhas deste casal terem hemofilia é zero, porque cada filha receberá um alelo dominante normal de seu pai. Há 50% de chance de um filho ter hemofilia, porque cada filho tem 50% de chance de receber o alelo normal da mãe e 50% de receber o alelo recessivo.

GLOSSÁRIO

A

abdome: região do tronco entre a margem inferior da caixa torácica e a margem superior da pelve.

abdução: movimento para longe da linha média do corpo, como se vê na posição anatômica.

abducente: VI nervo craniano, que inerva o músculo reto lateral do olho.

aberturas laterais: aberturas no teto do quarto ventrículo que permitem a circulação de líquido cefalorraquidiano no espaço subaracnoide.

abscesso: uma coleção de pus localizada dentro de um tecido danificado.

absorção: captação ativa ou passiva de gases, fluidos ou solutos.

acetábulo: fossa na face lateral da pelve que acomoda a cabeça do fêmur.

acetil-CoA: grupo acetílico ligado à coenzima A, um participante nas vias anabólicas e catabólicas de carboidratos, lipídios e muitos aminoácidos.

acetilcolina (ACh): neurotransmissor químico no cérebro e no sistema nervoso periférico. É o neurotransmissor predominante no sistema nervoso periférico, liberado nas junções neuromusculares e sinapses do sistema nervoso parassimpático.

acetilcolinesterase (AChE): enzima encontrada na fenda sináptica e em fluidos teciduais, que se acopla à membrana pós-sináptica e inativa moléculas de acetilcolina.

acidente vascular cerebral (AVC): oclusão de um vaso sanguíneo que irriga uma parte do cérebro, resultando em danos aos neurônios relacionados; também chamado *derrame*.

ácido: um composto cuja dissociação em solução libera um íon hidrogênio e um ânion; uma solução ácida tem pH abaixo de 7 e contém um excesso de íons hidrogênio.

ácido araquidônico: ácido graxo essencial.

ácido desoxirribonucleico (DNA): ácido nucleico que consiste em uma cadeia dupla de nucleotídeos formada por açúcar desoxirribose e as bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina e timina.

ácido nucleico: polímero de nucleotídeos que contêm um açúcar pentose, um grupo fosfato, e uma das quatro bases nitorgenadas que regulam a síntese de proteínas e formam o material genético das células.

ácido ribonucleico: ácido nucleico que consiste em uma cadeia de nucleotídeos que contém o açúcar ribose e as bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina e a uracila.

ácidos graxos essenciais: ácidos graxos que não podem ser sintetizados pelo organismo e devem ser obtidos por meio da dieta.

ácidos graxos: cadeias de hidrocarbonetos com um grupo de ácido carboxílico terminal.

acidose: estado fisiológico anormal caracterizado por um valor de pH de plasma abaixo de 7,35.

***acinus*/ácinos:** termo histológico referindo-se a uma dilatação, bolsa ou saco em fundo cego.

acomodação: alteração na curvatura da lente do olho para focar uma imagem sobre a retina.

acrômio: continuação da espinha da escápula que se projeta superiormente à cápsula articular do ombro.

acrossoma: compartimento membranoso na extremidade de um espermatozoide que contém hialuronidase.

actina: componente proteico dos filamentos finos nos músculos esqueléticos, responsável pela contração muscular por meio da interação com os filamentos grossos (miosina).

acústico: pertencente ao som ou ao sentido da audição.

adaptação: mudança do diâmetro pupilar em resposta a alterações na intensidade de luz; diminuição da sensibilidade ou percepção de receptores após estimulação crônica.

adenilato-ciclase: uma enzima ligada às superfícies interiores das membranas plasmáticas que podem converter ATP em AMP cíclico.

adenina: uma das bases nitrogenadas nos ácidos nucleicos RNA e DNA.

adenosina: composto que consiste em adenina e ribose.

adipócito: célula de gordura.

adução: movimento em direção ao eixo ou à linha média do corpo, como se vê na posição anatômica.

adventícia: a camada superficial de tecido conjuntivo em torno de um órgão interno cujas fibras se prolongam com os tecidos adjacentes, proporcionando suporte e estabilização.

aeróbico: que exige a presença de oxigênio.

aferente: rumo a um centro.

aglutinação: agregação de glóbulos vermelhos em razão de interações entre antígenos de superfície e os anticorpos do plasma.

agonista: principal músculo responsável por um movimento específico, também chamado de *músculo motor principal*.

agonista: músculo que executa uma ação específica.

agranular: sem grânulos; monócitos e linfócitos são os *leucócitos agranulares*.

agregados de nódulos linfoides: nódulos linfoides localizados sob o epitélio do intestino delgado, também chamados de *placas de Peyer*.

agudo: que é repentino no início, de forte intensidade, e de duração breve.

agulha hipodérmica: agulha introduzida na pele para aplicação de medicamentos na camada subcutânea.

alba: linha alba; linha formada do entrelaçamento das aponeuroses dos músculos da parede abdominal que se estende do xifoide à sífise púbica.

***albicans*:** corpo *albicans*; estrutura do ovário derivada da degeneração do corpo amarelo.

albugínea: túnica albugínea; túnica fibrosa da região mais superficial do tetículo.

alça de Henle: *veja* alça do néfron.

alça do néfron: a parte do néfron que cria o gradiente de concentração na medula renal; também chamado de *alça de Henle*.

alcalose: a condição caracterizada por pH superior a 7,45 no plasma; relacionada à deficiência de íons hidrogênio ou ao excesso de íons bicarbonato.

aldosterona: um mineralocorticoide produzido pelo córtex da glândula suprarrenal; estimula a reabsorção de sódio e água pelos rins; secretado em resposta à presença de angiotensina II.

alvéolo/alvéolos: estruturas saculares no final da árvore respiratória, revestidas por um epitélio simples pavimentoso e circundadas por rica rede capilar; locais de troca de gases com o sangue; cavidade óssea na mandíbula ou no maxilar que aloja a raiz de um dente.

amilase: uma enzima que quebra polissacarídeos; produzida pelas glândulas salivares e pelo pâncreas.

aminoácidos essenciais: aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo organismo e devem ser obtidos através da dieta.

aminoácidos: composto orgânico, cuja estrutura química pode ser representada como R-CHNH$_2$-COOH.

âmnio: uma das quatro membranas extraembrionárias; envolve o embrião em desenvolvimento ou feto.

ampola hepatopancreática (duodenal): câmara que recebe bile do ducto colédoco e secreções pancreáticas do ducto pancreático principal.

ampola(s): dilatação localizada no lúmen de um canal ou passagem.

anabolismo: síntese de compostos orgânicos complexos a partir dos precursores simples.

anaeróbio: sem oxigênio.

anafáse: fase mitótica na qual as cromátides-irmãs separam-se e migram em direções opostas, para as extremidades do fuso.

anafilaxia: reação de hipersensibilidade decorrente da ligação de antígenos à imunoglobulinas (IgE) nas superfícies dos mastócitos; a libertação de histamina, serotonina e prostaglandinas pelos mastócitos provoca inflamação generalizada; uma queda súbita na pressão arterial pode ocorrer, produzindo choque anafilático.

anastomose: união de dois tubos, geralmente referindo-se a uma ligação entre dois vasos periféricos sem passar pelo leito capilar.

anatomia geral: estudo das características estruturais do corpo macroscopicamente.

anatomia: estudo da estrutura do corpo.

androgênio: hormônio sexual esteroide, primariamente produzido pelas células intersticiais do testículo e fabricado em pequenas quantidades pelo córtex da glândula suprarrenal em ambos os sexos.

anemia: condição caracterizada por redução no hematócrito, no teor de hemoglobina do sangue, ou por ambos.

anfiartrose: articulação que permite um pequeno grau de movimento independente; veja membrana interóssea e sínfise púbica.

angiotensina I: peptídeo produzido pela ação da renina sobre o angiotensinogênio; a enzima conversora de angiotensina (ECA) converte a angiotensina I em angiotensina II nos capilares pulmonares.

angiotensina II: hormônio produzido pelo sistema renina-angiotensina, que provoca elevação na pressão arterial sistêmica, estimula a secreção de aldosterona e sensação de sede e causa a liberação do hormônio antidiurético; a enzima conversora de angiotensina (ECA) converte a angiotensina I em angiotensina II nos capilares pulmonares.

angiotensinogênio: proteína do sangue produzida pelo fígado, que é convertida em angiotensina I pela enzima renina.

anidrase carbônica: enzima que catalisa a reação de $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$; importante em transporte de dióxido de carbono, secreção de ácido gástrico e regulação do pH renal.

ânion: um íon com carga negativa.

anóxia: condição de privação de oxigênio nos tecidos.

antagonista: músculo que se opõe ao movimento de um agonista.

antebraço: porção distal do membro superior entre o cotovelo e o punho.

anterior: sobre ou próximo à frente ou na superfície ventral do corpo.

antibiótico: agente químico que elimina seletivamente patógenos, em especial, bactérias.

anticódon: as três bases de nitrogênio em uma molécula de RNAt que interage com um códon complementar em uma cadeia de RNAm.

anticolinesterase: composto químico que bloqueia a ação da acetilcolina, permitindo estimulação prolongada e intensiva das membranas pós-sinápticas.

anticorpo: imunoglobulina produzida pelos plasmócitos que se liga a antígenos específicos e promove sua destruição ou remoção do organismo.

antígeno: substância capaz de induzir a produção de anticorpos.

anti-histamínicos: substância química que bloqueia a ação da histamina nos tecidos periféricos.

antro: uma câmara ou bolsa.

***anulus*:** a cartilagem ou osso em forma de anel, também se escreve *annulus*.

ânus: a abertura externa do canal anal.
aorta: a artéria grande, elástica, que leva o sangue do ventrículo esquerdo para a circulação sistêmica.
aparelho do fuso: estrutura baseada em microtúbulos que separam os cromossomos duplicados para as extremidades opostas de uma célula em processo de divisão, durante a mitose.
apêndice: órgão tubular, de fundo cego, ligado ao ceco do intestino grosso.
apendicular: pertencente ou relacionado aos membros superiores ou inferiores.
aponeurose(s): ampla lâmina tendínea que fixa a origem ou inserção de um músculo esquelético.
aracnoide-máter: meninge intermediária banhada pelo líquido cerebrospinal e que protege o sistema nervoso central.
arco reflexo: receptor, neurônio sensorial, neurônio motor e efetores envolvidos em um determinado reflexo; interneurônios podem estar presentes, dependendo do reflexo considerado.
áreas de associação: áreas corticais do cérebro que são responsáveis pela integração de entradas sensoriais e/ou comandos motores.
arqueado: curvado.
arritmias: padrões anormais de contrações cardíacas.
artéria carótida comum: principal artéria do pescoço, que irriga as estruturas cervicais e cranianas; um ramo, a carótida interna, proporciona maior fornecimento de sangue para o cérebro.
artéria: vaso sanguíneo que transporta sangue do coração em direção a um capilar periférico.
arteríola aferente: uma arteríola que leva o sangue para o glomérulo renal.
arteríola eferente: arteríola que transporta sangue para fora do glomérulo renal.
arteríola: ramo arterial de pequeno calibre que fornece sangue a uma rede capilar.
articulação sinovial: articulação livremente móvel, na qual as superfícies ósseas opostas são separadas por fluido sinovial; uma diartrose.
articulação: junta ou juntura; encadeamento de palavras.
articular: pertencente a uma articulação.
árvore brônquica: brônquios e bronquíolos.
árvore da vida: a massa central, ramificada, de substância branca do cerebelo.
astrócito: um dos quatro tipos de células da neuróglia no sistema nervoso central; responsável pela manutenção da barreira hemoencefálica por interação com as células endoteliais.
aterosclerose: a formação de placas de gordura nas paredes das artérias, restringindo o fluxo sanguíneo para os tecidos.
átomo: a menor unidade estável da matéria.
atraso sináptico: período entre a chegada de um impulso na membrana pré-sináptica e o início de um potencial de ação na membrana pós-sináptica.
átrios: câmaras cardíacas delimitadas por finas paredes que recebem sangue venoso do circuito pulmonar ou sistêmico.
atrofia: diminuição do tecido por falta de uso, isquemia ou anormalidades nutricionais.
auditivo: pertencente ao sentido da audição.
aurícula: protuberância ampla, achatada, que se assemelha à orelha externa; na orelha, a porção expandida, projetada, que envolve o meato auditivo externo, também chamado *pavilhão auricular*; no coração, a aba visível externa formada pelo colapso da parede exterior de um átrio relaxado.
autoanticorpos: anticorpos que reagem com antígenos sobre as superfícies de células e tecidos da própria pessoa.
autoimunidade: reação do sistema imunológico a células e tecidos normais do próprio indivíduo, resultando na produção de autoanticorpos.
autólise: a destruição de uma célula em consequência da ruptura de membranas lisossômicas do seu citoplasma.
automaticidade: capacidade de as células sofrerem despolarização espontânea, característica de células de condução cardíaca, que funcionam como um marca-passo.
autópsia: o exame detalhado de um corpo após morte.
autorregulação: mudanças nas atividades que mantêm a homeostase, em resposta às mudanças no ambiente local, sem a necessidade de controle neural ou endócrino.
autossômico: qualquer cromossomo, com exceção dos cromossomos do par sexual X ou Y.
avascular: sem vasos sanguíneos.
axônio: a extensão alongada de um neurônio que conduz o potencial de ação.
axônio não milienizado: axônio cujo neurilema não contém mielina e ao longo do qual o impulso nervoso passa de forma contínua.
axoplasma: o citoplasma dentro de um axônio.

B

baço: órgão linfoide importante para a fagocitose dos glóbulos vermelhos, a resposta imune e a produção de linfócitos.
bactérias: micro-organismos unicelulares, alguns patogênicos, que são comuns no meio ambiente e dentro ou na superfície do corpo.
barorrecepção: a capacidade de detectar mudanças na pressão.
barorreceptores: os receptores responsáveis pela barorrecepção.
barreira hematoencefálica: o isolamento do sistema nervoso central da circulação geral; é principalmente o resultado da regulação da permeabilidade capilar pelo astrócito.
base: composto cuja dissociação libera um íon hidróxido (OH^-) ou remove um íon hidrogênio (H^+) da solução.
basófilos: granulócitos circulantes (glóbulos brancos) semelhantes em tamanho e função aos mastócitos teciduais.
bastonete: célula fotorreceptora responsável pela visão em locais com pouca iluminação.
benigno: não maligno.
beta oxidação: catabolismo de ácidos graxos, que produze moléculas de acetil-CoA.
bexiga urinária: órgão muscular distensível que armazena urina antes da micção.
bexiga: órgão sacular e muscular que se distende quando um fluido é armazenado em seu interior e cuja contração ejeta esse fluido; o termo isolado normalmente refere-se à bexiga urinária.
bicúspide: possuir duas cúspides ou pontas; refere-se a um dente pré-molar com duas raízes, ou à valva AV esquerda, que tem duas cúspides.
bifurcado: ramificado em duas partes.
bigorna: ossículo intermediário situado entre o martelo e o estribo na cavidade da orelha média.
bile: secreção exócrina do fígado, armazenada na vesícula biliar e lançada no duodeno.
bilirrubina: pigmento, subproduto do catabolismo da hemoglobina.
biópsia: remoção de uma pequena amostra de tecido para análise patológica.
blastocisto: fase inicial do desenvolvimento do embrião, que consiste no trofoblasto externo e na massa celular interna.
bolo: massa compacta que geralmente se refere ao material ingerido e compactado a caminho do estômago.
bolsa sinovial (bursa): pequeno saco contendo fluido sinovial que amortece estruturas articulares e reduz a fricção entre elas.
bomba respiratória: mecanismo pelo qual as mudanças das pressões intrapleurais durante o ciclo respiratório auxiliam o retorno do sangue venoso ao coração.
bradicardia: frequência cardíaca anormalmente lenta, abaixo de 50 bpm (batimentos por minuto).
braquial: pertencente ao braço.
breve: curto.
broncodilatação: dilatação do lúmen dos brônquios; pode ser causada por estimulação simpática.
brônquio/brônquios: ramo da árvore brônquica entre a traqueia e os bronquíolos.
bucal: relativo à boca.
bulbo olfatório: as extremidades expandidas dos tratos olfatórios; os locais nos quais os axônios do primeiro nervo craniano (I) fazem sinapse no sistema nervoso central com interneurônios que se localizam inferiormente aos lobos frontais do cérebro.
bulbo: a região mais caudal do tronco encefálico, também chamada de *mielencéfalo.*

C

cabelo: estrutura filamentar de queratina produzida pelas células epiteliais do folículo piloso.
calcâneo: osso do calcanhar, o maior dos ossos tarsais.
calcificação: deposição de sais de cálcio no interior de um tecido.
calcitonina: hormônio secretado pelas células C da tireoide quando as concentrações de íons de cálcio estão anormalmente elevadas; restaura a homeostase pelo aumento da taxa de deposição óssea e a taxa de perda de cálcio pelos rins.
cálculo/cálculos: massa sólida de materiais insolúveis que se formam dentro dos fluidos do corpo, especialmente vesícula biliar, rins ou bexiga urinária.
calo: espessamento localizado da epiderme decorrente de estresse mecânico crônico; área espessa que se forma no local de uma fratura óssea como parte do processo de reparação.
camada fibrosa: camada mais externa do olho, composta de esclera e córnea.
camada subcutânea: *veja* hipoderme.
campo receptivo: a área monitoradas por um único receptor sensorial.
canal central: canal longitudinal no centro de um ósteon que contém vasos sanguíneos e nervos; passagem ao longo do eixo longitudinal da medula espinal que contém líquido cerebrospinal ou líquor.
canal inguinal: passagem na parede abdominal que marca o caminho da descida testicular e que contém as artérias e veias testiculares e o ducto deferente.
canal vertebral: túnel delimitado pelos forames das vértebras, no qual se aloja a medula espinal.
canalículos: passagens microscópicas entre células; canalículos biliares transportam a bile para os ductos biliares do fígado; no osso, os canalículos permitem a difusão de nutrientes e resíduos de e para os osteócitos.
câncer: doença causada por mutações que levam as células afetadas ao crescimento e à replicação descontrolados.
capacitação: processo de ativação que deve ocorrer antes que um espermatozoide possa fecundar um óvulo com sucesso; ocorre na vagina após a ejaculação.
capilar: pequeno vaso sanguíneo, localizado entre uma arteríola e uma vênula, cujas paredes finas permitem a difusão de gases, nutrientes e resíduos entre o plasma sanguíneo e os fluidos intersticiais.
capilares peritubulares: rede de capilares que circunda os túbulos contorcidos proximais e distais dos rins.

capítulo: termo geral usado para indicar um processo articular pequeno e elevado; refere-se à superfície distal arredondada do úmero que se articula com a cabeça do rádio.

cápsula articular: cápsula de tecido conjuntivo denso que envolve uma articulação, fornecendo proteção e estabilidade.

cápsula glomerular: a parte inicial expandida do néfron que circunda o glomérulo.

***caput*:** a cabeça.

características sexuais secundárias: características físicas que aparecem na puberdade em resposta aos hormônios sexuais, mas não estão envolvidas na produção de gametas.

carbaminoemoglobina: hemoglobina ligada à moléculas de dióxido de carbono.

carboidrase: enzima que quebra as moléculas de carboidratos.

carcinogênico: estimulador da formação de câncer em tecidos afetados.

cárdia: área do estômago próxima à transição com o esôfago.

cardíaco: pertencente ao coração.

cárdio: relativo ao coração.

cardiócito: célula do músculo cardíaco.

cardiovascular: relativo ao coração, ao sangue e aos vasos sanguíneos.

caroteno: pigmento amarelo-alaranjado encontrado na cenoura e em vegetais alaranjados e de folhas verdes, que o corpo pode converter em vitamina A.

carpo/carpal: punho.

cartilagem: tecido conjuntivo com uma matriz coloidal que contém abundância de fibras.

cartilagem articular: lâmina de cartilagem que cobre a superfície óssea no interior de uma cavidade articular.

cartilagem cricoide: cartilagem em forma de anel na margem inferior da laringe.

cartilagem epifisária: a região cartilaginosa entre a epífise e a diáfise de um osso em crescimento.

cartilagens corniculadas: um par de pequenas cartilagens laríngeas.

cartilagens cuneiformes: um par de pequenas cartilagens na laringe.

catabolismo: a quebra de moléculas orgânicas complexas em componentes mais simples, acompanhadas da liberação de energia.

catalisador: substância que acelera uma reação química específica, mas que não é alterada pela reação.

catecolaminas: epinefrina, norepinefrina, dopamina e compostos relacionados.

cateter: tubo inserido cirurgicamente numa cavidade corporal ou ao longo de um vaso sanguíneo ou via excretora para a coleta de fluidos sanguíneos, monitoramento da pressão sanguínea ou introdução de medicamentos ou contrastes radiológicos.

cátion: íon de carga positiva.

cauda equina: raízes nervosas distais no início da medula espinal adulta; estendem-se caudalmente dentro do canal vertebral provenientes dos segmentos lombar e sacral.

caudal/caudalmente: mais próximo ou em direção à cauda (cóccix).

cavidade abdominopélvica: termo usado para se referir à região geral delimitada pela parede abdominal e pela pelve; ela contém a cavidade peritoneal e as vísceras.

cavidade articular: cavidade cheia de líquido no interior de uma articulação sinovial.

cavidade glenoidal: uma depressão arredondada que forma a superfície articular da escápula na articulação do ombro.

cavidade medular: espaço dentro de um osso que contém a medula.

cavidade nasal: câmara no crânio que é delimitada anteriormente pelas narinas e posteriormente pelos coanos.

cavidade pélvica: subdivisão inferior da cavidade abdominopélvica; contém a bexiga urinária, o cólon sigmoide e reto e os órgãos reprodutivos masculinos ou femininos.

cavidade pericárdica: espaço entre pericárdio parietal e o epicárdio (pericárdio visceral) que cobre a superfície externa do coração.

cavidades pleurais: subdivisões da cavidade torácica que envolvem os pulmões.

cefálico: referente ao encéfalo.

celoma: cavidade ventral do corpo, revestida por uma membrana serosa e que durante desenvolvimento fetal está subdividida em cavidades pleural, pericárdica e abdomino-pélvica (peritoneal).

célula apresentadora de antígeno (APC): célula que processa antígenos e os exibe, acoplados às proteínas MHC; essenciais para o início de uma resposta imune normal.

célula mucosa: glândula unicelular, em forma de taça, produtora de muco presente em certos epitélios dos tratos digestório e respiratório; também chamada de célula caliciforme.

célula: a menor unidade viva do corpo humano.

células B: linfócitos capazes de se diferenciar em plasmócitos que produzem anticorpos.

células beta: células das ilhotas pancreáticas (de Langerhans) que secretam insulina em resposta a níveis elevados de açúcar no sangue.

células ciliadas: células sensoriais da orelha interna.

células de Kupffer: células fagocíticas do fígado.

células de Purkinje: um neurônio grande e ramificado do córtex cerebelar.

células de Schwann: células responsáveis pelo neurilema que envolve os axônios no sistema nervoso periférico.

células de sustentação ou de Sertoli: células de suporte dos túbulos seminíferos dos testículos; responsáveis pela diferenciação dos espermatídeos e a secreção de inibina, e da proteína de ligação de androgênios.

células de sustentação: *veja* células de Sertoli.

células enteroendócrinas: células endócrinas dispersas entre as células epiteliais que revestem o trato digestório.

células gliais: *veja* neuroglia.

células justaglomerulares: células especializadas entre as paredes do DCT e arteríolas aferente e eferente adjacentes ao glomérulo; complexo responsável pela liberação de renina e eritropoetina.

células marca-passo: células do nódulo sinusal que definem o ritmo de contração cardíaca.

células parietais: células das glândulas gástricas que secretam ácido clorídrico e fator intrínseco.

célula serosa: célula que produz uma secreção serosa.

células-filhas: células geneticamente idênticas produzidas por divisão de células somáticas.

células T citotóxicas ou citolíticas: linfócitos envolvidos em imunidade celular que mata as células-alvo por contato direto ou pela secreção de linfotoxinas; também chamadas células *T killers* ou células T_C.

células T helper: linfócitos cujas secreções e outras atividades coordenam as imunidades mediadas por células e por anticorpos; também chamadas de *células de* T_H.

células T *killers*: *veja* células T citotóxicas.

células T supressoras: linfócitos que inibem a ativação de células B e a secreção de anticorpos pelos plasmócitos.

células T: linfócitos responsáveis pela imunidade celular e pela coordenação e regulação da resposta imune; inclui as células T reguladoras (auxiliares e supressoras) e as células T citotóxicas (*killers*).

centríolo: organela intracelular cilíndrica composta por nove grupos de microtúbulos, três em cada grupo; participa da mitose ou da meiose, organizando os microtúbulos do fuso.

centro de ossificação: o local no tecido conjuntivo em que a formação óssea inicia.

centro respiratório do bulbo: o centro no bulbo que define o ritmo respiratório; inclui os centros inspiratórios e expiratórios.

centro respiratório: um centro no bulbo responsável pelo ritmo da respiração; inclui centros inspiratórios e expiratórios.

centro vasomotor: localizado na formação reticular do bulbo, controla a vasoconstrição e a elevação da resistência periférica.

centrômero: região específica da célula em que duas cromátides permanecem ligadas após a duplicação dos cromossomos; local de fixação das fibras do fuso.

centros cardiovasculares: centros imprecisamente localizados na formação reticular do bulbo encefálico; inclui os centros cardioaceleratório, cardioinibitório e vasomotor.

centros germinativos: regiões claras no interior de tecido linfoide ou nódulos linfoides, nos quais ocorrem divisões celulares que produzem linfócitos adicionais.

cerebelo: a porção posterior do metencéfalo, contendo os hemisférios do cerebelo; inclui a árvore da vida, os núcleos do cerebelo e o córtex cerebelar.

cérebro: a maior porção do encéfalo, composto pelos hemisférios cerebrais, incluindo o córtex cerebral, os núcleos da base e a cápsula interna.

cerume: secreção de cera das glândulas ceruminosas ao longo do meato acústico externo.

cetoácido: a cadeia de carbono que permanece após o catabolismo dos lípidos e de alguns aminoácidos.

cetoacidose: redução do pH dos fluidos do corpo em razão da presença de grande quantidade de corpos cetônicos.

cianose: coloração azulada da pele em consequência da presença de sangue desoxigenado em vasos perto da superfície corporal.

ciclo cardíaco: um ciclo completo do batimento cardíaco, incluindo sístole e diástole atrial e ventricular.

ciclo de Cori: troca metabólica de lactase do músculo esquelético por glicose do fígado; realizada durante o período de recuperação após esforço muscular.

ciclo de Krebs: *veja* ciclo do ácido cítrico.

ciclo do ácido cítrico: a sequência de reação que ocorre na matriz da mitocôndria; no processo, moléculas orgânicas são quebradas, moléculas de dióxido de carbono são liberadas e átomos de hidrogênio são transferidos para coenzimas que os entregam para o sistema de transporte de elétrons.

ciclo ovariano: sequência cíclica de eventos que resulta na ovulação.

cílio/cílios: organela delgada que se estende acima da superfície livre de uma célula epitelial e, geralmente, é submetida a ciclos de movimentos; formado por um corpo basal e microtúbulos em disposição de 9 + 2.

circuito pulmonar: vasos sanguíneos entre a valva pulmonar semilunar do ventrículo direito e a entrada do átrio esquerdo; o fluxo de sangue nos pulmões.

circulação sistêmica: vasos entre a valva da aorta e a entrada para o átrio direito; parte do sistema circulatório, com exceção dos vasos de circulação pulmonar.

circundução: movimento em uma articulação sinovial, na qual a extremidade distal do osso se move em uma direção circular, mas o eixo não gira.

cisterna: uma câmara expandida ou achatada; associada ao complexo de Golgi.
citocinese: movimento citoplasmático que separa duas células-filhas na conclusão da mitose.
citocromo: pigmento que compõe o sistema de transporte de elétrons.
citoesqueleto: rede de microtúbulos, microfilamentos e filamentos intermediários no citoplasma.
citologia: o estudo das células.
citoplasma: material entre a membrana plasmática e a membrana nuclear; conteúdo da célula.
citosina: uma das bases nitrogenadas nos ácidos nucleicos RNA e DNA.
citosol: a parte fluída do citoplasma.
citotóxico: venenoso às células.
coágulo: uma rede de fibras de fibrina e células sanguíneas presas; também chamado um *trombo* se ocorrer dentro do sistema cardiovascular.
cóanos: a entrada da nasofaringe a partir da cavidade nasal; as aberturas que conectam a cavidade nasal e a nasofaringe.
cóccix: a porção terminal da coluna vertebral, que consiste em vértebras relativamente pequenas fundidas.
cóclea: a parte espiral do labirinto ósseo da orelha interna que circunda o órgão da audição.
códon: sequência de três bases nitrogenadas ao longo de uma cadeia de RNAm que especificará a localização de um aminoácido em uma cadeia peptídica.
coenzimas: cofatores orgânicos complexos; a maioria está estruturalmente relacionada às vitaminas.
cofator: íons ou moléculas que devem se ligar a um sítio ativo para que a enzima possa funcionar; exemplos incluem íons minerais e várias vitaminas.
colágeno: fibra proteica, forte e insolúvel, comum em tecidos conjuntivos.
colecistoquinina (CCK): um hormônio duodenal que estimula a contração da vesícula biliar e a secreção de enzimas pelo pâncreas exócrino.
colesterol: componente esteroide de membranas plasmáticas e um substrato para a síntese de hormônios esteroides e sais biliares.
colículo/colículos: um montículo; no encéfalo, refere-se a um dos espessamentos no teto do mesencéfalo; os colículos superiores estão associados ao sistema visual e os colículos inferiores ao sistema auditivo.
colina: um produto de degradação ou precursor de acetilcolina.
colinesterase: a enzima que quebra e inativa a acetilcolina.
colo do útero: a porção inferior do útero, também denominado de cérvix ou cérvice.
colo ou cólon: o intestino grosso.
coloide/suspensão coloidal: solução contendo grandes moléculas orgânicas em suspensão.
cólon sigmoide: parte do cólon em forma de "S", de 18 cm de comprimento, entre o cólon descendente e o reto.
coluna vertebral: conjunto formado pelas vértebras cervicais, torácicas e lombares, sacro e cóccix.
cominutiva: quebrado ou esmagado em pedaços pequenos – fratura óssea.
comissura: passagem de um lado para o outro; comissura neural.
complacência: distensibilidade; a capacidade de alguns órgãos de tolerar mudanças no volume; indica a presença de fibras elásticas e músculos lisos.
complemento: um sistema de 11 proteínas plasmáticas que interagem em uma reação em cadeia após exposição aos anticorpos ativados ou às superfícies de alguns patógenos; proteínas complementares promovem a lise celular, fagocitose e outros mecanismos de defesa.
complexo antígeno-anticorpo: combinação do antígeno com um anticorpo específico.
complexo de Golgi: organela celular que consiste em uma série de vesículas membranosas achatadas e empilhadas que dão origem a lisossomos e vesículas secretoras.
complexo principal de histocompatibilidade: *veja* proteína MHC.
composto: uma molécula que contém dois ou mais elementos em combinação.
composto orgânico: composto que contém carbono, hidrogênio e, na maioria dos casos, oxigênio.
concentração: a quantidade (em gramas) ou o número de átomos, íons ou moléculas (em moles) por unidade de volume.
concepção: fertilização.
concha/conchas: três pares de ossos finos, roliços, que se projetam para dentro das cavidades nasais; as conchas superior e média fazem parte do etmoide e as conchas inferiores se articulam com os ossos etmoide, lacrimal, maxilar e ossos palatinos.
condensação: união de duas moléculas resultante da remoção de uma molécula de água.
côndilo: uma projeção articular arredondada na superfície de um osso.
condrócitos: células da cartilagem.
condução saltatória: condução relativamente rápida de um potencial de ação entre sucessivos nós de Ranvier de um axônio mielinizado.
cone axônico: em um neurônio multipolar, corresponde à porção do corpo celular adjacente ao segmento inicial.
cone medular: a extremidade cônica da medula espinal que dá origem ao filamento terminal.
congênita: presente no nascimento.
conjuntiva: uma camada de epitélio estratificado colunar com células caliciformes, apoiado em lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, que recobre as superfícies internas das pálpebras e a superfície anterior do olho até as margens da córnea.
contagem diferencial: a determinação da quantidade relativa de cada tipo de glóbulo branco a partir de uma amostra aleatória de 100 glóbulos brancos.
contração: um ciclo único de estímulo-contração-relaxamento em um músculo esquelético.
contratilidade: a capacidade de contrair; capacidade das células dos músculos esquelético, liso e cardíaco.
convergência: no sistema nervoso, a inervação de um único neurônio por axônios de vários neurônios; mais comum ao longo das vias motoras.
cordão umbilical: pedículo que liga o feto e a placenta; contém a alantoide, as artérias umbilicais e a veia umbilical.
cordoalha: cordões fibrosos que estabilizam a posição das valvas AV no coração, impedindo o refluxo durante a sístole ventricular.
corioide: camada vascular média na parede do olho.
córion/coriônica: membrana extraembrionária que consiste em trofoblasto e mesoderme subjacente, que forma a placenta.
córnea: a parte transparente da camada fibrosa da superfície anterior do olho.
corno: em forma de chifre.
coronoide: curvado ou em forma de gancho.
corpo amigdaloide: um dos núcleos da base, componente do sistema límbico que atua como uma interface entreo cérebro e os sistemas sensoriais.
corpo caloso: um grande feixe de axônios que conecta centros nos hemisférios direito e esquerdo do cérebro.
corpo carotídeo: um grupo de receptores, ao lado do seio carotídeo, sensíveis às alterações nos níveis de dióxido de carbono, pH e à concentração de oxigênio do sangue arterial.
corpo ciliar: uma região espessa da corioide que circunda a lente do olho; inclui o músculo ciliar e os processos ciliares que sustentam o ligamento da lente.
corpo lúteo: a massa de células foliculares que se desenvolve no ovário após a ovulação e que secreta progesterona.
corpos cetônicos: cetoácidos produzidos durante o catabolismo de lipídios e alguns aminoácidos, especificamente acetona, acetoacetato e beta-hidroxibutirato.
corpos de Nissl: os ribossomos, complexo de Golgi, retículo endoplasmático rugoso e mitocôndria do pericário de um neurônio típico.
corpos mamilares: núcleos do hipotálamo que regulam os reflexos alimentares e comportamentais; um componente do sistema límbico.
corpos quadrigêmeos: no encéfalo, refere-se aos colículos superiores e inferiores do teto do mesencéfalo.
***corpus/corpora*:** corpo.
corpúsculo lamelar: um receptor sensível à vibração.
corpúsculo polar: uma célula não funcional que contém cromossomos eliminados de um ovócito durante a meiose.
corpúsculo renal: a parte inicial do néfron, que consiste em uma câmara expandida que inclui o glomérulo.
córtex: a camada ou a parte mais superficial de um órgão.
córtex cerebral: extensa área do córtex neural que recobre as superfícies dos hemisférios cerebrais.
córtex da glândula suprarrenal: a porção superficial da glândula suprarrenal que produz hormônios esteroides; também chamado de *córtex adrenal*.
córtex neural: a área de massa cinzenta na superfície do sistema nervoso central.
córtex pré-frontal: a parte anterior de cada hemisfério cerebral; envolvido com altas funções intelectuais, previsões, cálculos e assim por diante.
córtex pré-motor: área de associação motora entre o giro pré-central e a área pré-frontal.
corticosteroide: hormônio esteroide produzido pelo córtex da glândula suprarrenal.
corticosterona: corticosteroide secretado pela zona fasciculada do córtex da glândula suprarrenal; um glicocorticoide.
cortisol: corticosteroide secretado pela zona fasciculada do córtex da glândula suprarrenal, um glicocorticoide.
cotransporte: a membrana de transporte de um nutriente, tal como glicose, acompanhado do movimento de um íon, normalmente sódio; o transporte exige uma proteína transportadora, mas não envolve despesas de ATP diretas e pode ocorrer independentemente do gradiente de concentração para o nutriente.
cranial: pertencente à cabeça.
crânio: a caixa craniana; os ossos do crânio que rodeiam e protegem o encéfalo.
creatina: um composto de nitrogênio sintetizado pelo organismo, que pode formar uma ligação de alta energia quando ligado a um grupo de fosfato, servindo como reserva energética.
creatinina: produto da decomposição do metabolismo da creatina.
crenação: retração celular decorrente de um movimento osmótico de água para fora do citoplasma.
crescimento aposicional: crescimento da cartilagem ou do osso pela adição de matriz de cartilagem ou matriz óssea na sua superfície da cartilagem ou do osso.
crescimento intersticial: uma forma de crescimento da cartilagem por meio do crescimento, da mitose e da secreção dos condrócitos no interior da matriz.

crista ampular: a região na parede da ampola de um ducto semicircular contendo células ciliadas; receptor complexo e sensível ao movimento ao longo do plano do canal semicircular.
cromátide: uma cópia completa de uma cadeia de DNA e suas nucleoproteínas associadas.
cromatina: termo histológico que se refere ao material granulado visível em núcleos de células durante a interfase; a aparência do conteúdo do DNA do núcleo quando os cromossomos são desenrolados.
cromossomo Y: cromossomo sexual cuja presença indica que o indivíduo tem a genética masculina.
cromossomos: estruturas densas, compostas de filamentos de DNA bem enrolados e histonas associadas, que se tornam visíveis no núcleo quando uma célula se prepara para sofrer mitose ou meiose; células somáticas humanas normais contêm cada uma 46 cromossomos.
crônica: habitual ou a longo prazo.
cúpula: massa gelatinosa que se localiza na ampola de um ducto semicircular na orelha interna e cujo movimento estimula as células ciliadas da crista ampular.
cutícula: a camada de células mortas, queratinizadas, que circunda o eixo de um pelo; uma zona estreita de estrato córneo que se estende por toda a superfície basal da unha.

D

débito cardíaco: a quantidade de sangue ejetada pelo ventrículo esquerdo a cada minuto.
decúbito ventral ou prona: deitado de bruços com a face virada para baixo
defecação: eliminação de resíduos fecais.
degradação: quebra, catabolismo.
dendrito: prolongamento receptor de um neurônio.
depressão: movimento em direção inferior (para baixo) de uma parte do corpo.
dermátomo: uma região sensorial inervada pelos ramos dorsais de um único segmento da medula espinal.
derme: a camada de tecido conjuntivo sob a epiderme da pele.
desaminação: a remoção de um grupo amina de um aminoácido.
desenvolvimento: crescimento e aquisição de aumento da complexidade estrutural e funcional; abrange o período desde a concepção até a maturidade.
desidratação: redução do teor de água do corpo que ameaça a homeostase.
desmielinização: a perda da bainha de mielina de um axônio, normalmente em razão de danos químicos ou físicos às células de Schwann ou oligodendrócitos.
desnaturação: uma mudança temporária ou permanente na estrutura tridimensional de uma proteína.
desnutrição: um estado patológico produzido pela ingestão ou absorção inadequada de nutrientes, calorias e/ou vitaminas.
desoxirribose: açúcar com cinco carbonos semelhante à ribose, mas com um átomo de oxigênio a menos.
despolarização: mudança no potencial da membrana a partir de um valor negativo até 0 mV.
desvio do cloro: o movimento de íons cloreto plasmáticos para dentro das hemácias sanguíneas, em troca de íons de bicarbonato gerados pela dissociação intracelular de ácido carbônico.
determinante antigênico: parte do antígeno que interage com a molécula de anticorpo.
diabetes melito: poliúria e glicosúria, mais comumente em decorrência da produção inadequada ou sensibilidade diminuída à insulina, resultando na elevação dos níveis de glicose no sangue.
diáfise: o eixo de um osso longo.
diafragma: lâmina muscular divisória de espaços corporais; o músculo respiratório que separa a cavidade torácica da cavidade pélvica abdominal.
diapedese: o movimento dos glóbulos brancos através das paredes dos vasos sanguíneos por migração entre as células endoteliais adjacentes.
diartrose: uma articulação sinovial.
diencéfalo: uma das partes do cérebro que inclui subtálamo, epitálamo, tálamo e hipotálamo.
diferença de potencial: a separação de cargas opostas; requer uma barreira que impede a migração de íons.
diferenciação: o aparecimento gradual de especializações celulares características durante o desenvolvimento como resultado da ativação ou repressão de genes.
difosfato de adenosina (ADP): nucleotídeo que consiste em adenosina ligada a dois grupos fosfato.
difusão facilitada: o movimento passivo de uma substância através da membrana plasmática por meio de uma proteína carreadora.
difusão: movimento passivo de moléculas de uma área de concentração mais elevada para uma área de concentração mais baixa.
digestão: a decomposição química de materiais ingeridos em moléculas simples que podem ser absorvidas pelas células do trato digestório.
dilatar: aumentar em diâmetro; ampliando ou expandindo.
dióxido de carbono: CO_2; composto produzido pelas reações do ciclo do ácido cítrico no metabolismo aeróbio.
disco intervertebral: um disco de cartilagem fibrosa que absorve choques entre os corpos vertebrais adjacentes.
discos intercalares: regiões entre cardiocitócitos adjacentes com junções de adesão e juncões comunicantes que permitem acoplamento elétrico entre as células.
dissacarídeo: um composto formado pela união de dois açúcares simples por reação de desidratação.
dissociação: *veja* ionização.
distal: em uma direção distante do ponto de fixação ou origem; para um membro, mais longe do seu ponto de fixação ao tronco.
diurese: a saída de fluido nos rins; produção incomum de grandes volumes de urina.
divergência: no tecido neural, a difusão de informações de um neurônio para muitos neurônios; um padrão de organização comum ao longo de vias sensoriais do sistema nervoso central.
divertículo: saco ou bolsa na parede do cólon ou de outro órgão.
divisão parassimpática: uma das duas divisões do sistema nervoso autônomo; geralmente responsável pelas atividades que conservam energia e diminuem a taxa metabólica.
divisão reducional: a primeira divisão meiótica, que reduz o número de cromossomos de 46 para 23.
divisão simpática: divisão do sistema nervoso autônomo responsável pelas reações de "luta ou fuga"; principalmente envolvida com a elevação da taxa metabólica e aumento do estado de alerta.
doença de Alzheimer: doença resultante de alterações degenerativas em neurônios no cérebro, causando demência caracterizada por problemas de atenção, memória de curto prazo e emoções.
dorsal: para trás, posterior.
dorsiflexão: movimento ascendente do pé por meio de flexão no tornozelo.
duodeno: os 25 cm proximais do intestino delgado que contêm vilosidades curtas e glândulas submucosas.
ducto: passagem tubular para liberação de secreções exócrinas para uma superfície epitelial.
ducto arterial: conexão vascular entre o tronco pulmonar e a aorta patente durante a vida fetal; normalmente fecha ao nascimento ou pouco depois, originando o ligamento arterioso ou arterial.
ducto cístico: ducto que transporta bile entre a vesícula biliar e o ducto colédoco.
ducto coclear: o tubo central membranoso dentro da cóclea que é preenchido por endolinfa e contém o órgão da espiral (*órgão de Corti*); também chamado *escala média*.
ducto colédoco: o ducto formado pela união do ducto cístico da vesícula biliar e o ducto hepático comum; termina na ampola do duodeno, na qual se encontra com o ducto pancreático.
ducto deferente: órgão tubular que leva os espermatozoides do epidídimo ao ducto ejaculatório.
ducto hepático principal: o ducto que transporta a bile do fígado para unir-se ao ducto cístico.
ducto nasolacrimal: via que transporta lágrimas do saco nasolacrimal para a cavidade nasal.
ducto pancreático: ducto tubular que transporta suco pancreático do pâncreas para o duodeno.
ducto timpânico: *veja* escala timpânica.
ducto vestibular: *veja* escala vestibular.
ductos ejaculatórios: ductos curtos que passam dentro das paredes da próstata e ligam o ducto deferente à uretra prostática.
ductos semicirculares: os componentes tubulares do labirinto membranoso da orelha interna; contêm receptores sensíveis às rotações da cabeça.
dura-máter: a meninge mais superficial que recobre o encéfalo e a medula espinal.

E

ectoderma: uma das três camadas germinativas embrionárias; cobre a superfície do embrião e dá origem ao sistema nervoso, à epiderme e às glândulas associadas, e a uma variedade de outras estruturas.
ectópica: fora da localização normal.
eferente: que transita ou transporta de dentro para fora.
efetora: estrutura inervada por um neurônio motor, como uma glândula exócrina ou células musculares.
ejaculação: a ejeção de sêmen pelo pênis como resultado de contrações dos músculos bulboesponjosos e isquiocavernosos.
elastase: enzima pancreática que quebra fibras elásticas.
elastina: proteína de fibras de tecido conjuntivo que se distendem e encolhem, proporcionando elasticidade aos tecidos conjuntivos.
elemento: todos os átomos com o mesmo número atômico.
eletrocardiograma (ECG): registro gráfico das atividades elétricas do coração, monitorada em locais específicos sobre a superfície do corpo.
eletroencefalograma (EEG): registro gráfico das atividades elétricas do cérebro.
eletrólitos: compostos inorgânicos solúveis cujos íons conduzem corrente elétrica em solução.
elétron: uma das três partículas subatômicas fundamentais; sua carga é negativa e normalmente orbita os prótons do núcleo.
elevação: movimento em direção superior ou para cima.
embrião: o estágio de desenvolvimento que inicia com a fertilização e termina no início do terceiro mês de desenvolvimento.

embriologia: o estudo do desenvolvimento embrionário, centrando-se nos dois primeiros meses após a fertilização.
endocárdio: o epitélio simples pavimentoso que reveste internamente o coração e o endotélio dos grandes vasos.
endocitose: o movimento de volume relativamente grande de material extracelular para o citoplasma por meio da formação de uma vesícula membranosa na superfície da célula, incluindo pinocitose e fagocitose.
endoderma: uma das três camadas germinativas primárias; a camada inferior do disco embrionário; dá origem ao epitélio e às glândulas do sistema digestório, ao sistema respiratório e a parte do sistema urinário.
endógeno: produzido dentro do corpo.
endolinfa: o conteúdo fluido do labirinto membranoso (sáculo, utrículo, ductos semicirculares e ducto coclear) da orelha interna.
endométrio: a membrana mucosa que reveste o útero.
endomísio: rede delicada de tecido conjuntivo frouxo que circunda as células musculares individualmente.
endoneuro: rede delicada de tecido conjuntivo frouxo que circunda as fibras nervosas individualmente.
endósteo: camada celular inconstante que reveste a superfície interna (medular) dos ossos.
endotélio: camada de epitélio simples pavimentoso que forma os vasos sanguíneos e linfáticos.
enteroquinase: enzima do lúmen do intestino delgado que ativa as proenzimas secretadas pelo pâncreas.
enzima: proteína que catalisa uma reação bioquímica específica.
eosinófilo: glóbulo branco (micrófago), com um núcleo lobulado e grânulos citoplasmáticos eosinófilos; participa da resposta imune e é especialmente importante durante as reações alérgicas.
epêndima: a camada de células que reveste os ventrículos e o canal central do sistema nervoso central.
epicárdio: membrana serosa que reveste a superfície externa do coração; também chamada de *pericárdio visceral*.
epiderme: o epitélio que recobre a superfície da pele.
epidídimo: órgão tubular em espiral que conecta a *rete testis* ao ducto deferente; local de maturação funcional dos espermatozoides.
epífise: extremidade de um osso longo.
epiglote: uma aba de cartilagem recoberta por mucosa, ligada à superfície dorsal e superior da cartilagem da tireoide; dobra sobre a entrada da laringe durante a deglutição.
epimísio: uma camada de tecido conjuntivo denso que recobre o ventre de músculo esquelético, os tendões/aponeuroses do músculo e o perimísio.
epineuro: camada de tecido conjuntivo denso que recobre um nervo periférico.
epitélio: um dos quatro tipos de tecidos primários; camada de células que forma um revestimento superficial ou um revestimento interno de um vaso ou cavidade corporal.
epitélio escamoso: epitélio estratificado cujas células superficiais são achatadas.
epitélio pseudoestratificado: um epitélio que aparenta ter várias camadas de núcleos, mas cujas células estão todas em contato com a membrana basal subjacente.
epitélio simples: epitélio contendo uma única camada de células acima da membrana basal.
equilíbrio: um estado dinâmico no qual duas forças opostas estão em equilíbrio.
ereção: o enrijecimento do pênis decorrente do ingurgitamento dos tecidos eréteis dos corpos cavernosos e esponjoso.
eretor do pelo: músculo liso, cujas contrações permitem a ereção dos pelos.
eritema: vermelhidão e inflamação na superfície da pele.
eritrócito: célula vermelha do sangue; não tem núcleo e contém grandes quantidades de hemoglobina.
eritropoetina: hormônio liberado pela maioria dos tecidos, especialmente pelos rins, quando expostos a baixas concentrações de oxigênio; estimula a eritropoese (formação de glóbulos vermelhos do sangue) na medula óssea.
escala média: *veja* ducto coclear.
escala timpânica: câmara cheia de perilinfa da orelha interna, adjacente à membrana basilar; na qual mudanças de pressão distorcem a janela redonda.
escala vestibular: tubo espiral cheio de perilinfa que se encontra dentro do labirinto ósseo; contínuo à escala timpânica no helicotrema.
escamosas: achatadas.
***Escherichia coli*:** bactéria comum do intestino grosso.
esclera: camada externa e fibrosa do olho que forma a área branca da superfície anterior; uma parte da camada fibrosa do olho.
esclerose: endurecimento e espessamento que comumente ocorre na sequência da inflamação de um tecido.
escroto: bolsa de pele que envolve os testículos.
esfíncter: anel muscular que se contrai para fechar a entrada ou a saída de um orifício de passagem.
esfíncter pilórico: um esfíncter do músculo liso que regula a passagem do quimo do estômago para o duodeno.
esôfago: órgão tubular e muscular que conecta a faringe ao estômago.
espaço epidural: o espaço entre a dura-máter espinal e as paredes dos forames vertebrais; contém vasos sanguíneos e tecido adiposo; local comum da injeção para anestesia regional.
espaço subaracnoide: espaço meníngeo que contém líquido cefalorraquidiano; a área entre a membrana aracnoide e a pia-máter.
esperma: *veja* espermatozoide.
espermatócito: célula dos túbulos seminíferos derivada da espermatogônia que entrou em meiose.
espermatogênese: produção de espermatozoide.
espermatozoide: gameta masculino.
estenose: constrição ou estreitamento de uma passagem.
estereocílios: microvilosidades alongadas características do epitélio do epidídimo, partes do ducto deferente e da orelha interna.
esteroide: hormônio lipídico em forma de anel estruturalmente relacionado ao colesterol.
estímulo: mudança ambiental que produz modificação nas atividades celulares; muitas vezes utilizado para se referir a eventos que alteram os potenciais de membrana das células excitáveis.
estratificado: que contém várias camadas.
estrato: uma camada.
estribo: ossículo da audição ligado à janela do vestíbulo.
estrogênios: uma classe de hormônios sexuais esteroides que inclui o estradiol.
estrutura quaternária: estrutura tridimensional da proteína produzida pelas interações entre subunidades proteicas.
estrutura terciária: estrutura da proteína que resulta de interações entre partes distantes da mesma molécula, apresentando emaranhado complexo e dobradura.
evaporação: passagem de moléculas do estado líquido para o estado gasoso.
eversão: movimento que afasta a planta do pé do plano mediano, girando-a lateralmente.
excreção: a remoção de resíduos do sangue, tecidos ou órgãos.
exocitose: a eliminação de substâncias citoplasmáticas pela fusão de uma vesícula membranosa com a membrana plasmática.
expiração: exalação; expulsar o ar dos pulmões.
extensão: aumento no ângulo entre dois ossos articulares; o oposto de flexão.

F

fagócitos: células que realizam fagocitose.
fagocitose: o englobamento de materiais ou micróbios patogênicos extracelulares; o movimento de materiais extracelulares para dentro do citoplasma por inclusão a uma vesícula membranosa.
falange: osso dos dedos da mão ou do pé.
falciforme: em forma de foice.
faringe: garganta; uma passagem muscular compartilhada pelos sistemas digestório e respiratório.
farmacologia: estudo das drogas, seus efeitos fisiológicos e seus usos clínicos.
fascículo: um pequeno grupo, referindo-se geralmente a uma coleção dos axônios ou fibras musculares.
fase de relaxamento: período depois de uma contração, quando a tensão na fibra muscular retorna para os níveis de repouso.
fator intrínseco: uma glicoproteína secretada pelas células parietais do estômago, que auxilia na absorção intestinal da vitamina B_{12}.
fator Rh: antígeno da superfície dos glóbulos vermelhos que pode estar presente (Rh positivo) ou ausente (Rh negativo).
fatores de coagulação: proteínas do plasma, sintetizadas pelo fígado, que são essenciais para a resposta de coagulação.
***feedback* negativo:** mecanismo que diminui o desvio do limite médio, após um estímulo inicial.
***feedback* positivo:** mecanismo que aumenta o desvio do limite normal, após um estímulo inicial.
feixe (ramo): células de condução cardíaca dos ventrículos que transportam os estímulos contráteis do feixe de His para as fibras de Purkinje.
feixe de His (fascículo atrioventricular): células de condução cardíaca localizadas no septo interventricular que transportam os estímulos de contração do nódulo AV para os ramos dos feixes direito e esquerdo e, em seguida, para as fibras de Purkinje.
fenestra: abertura.
fenótipo: características físicas que são geneticamente determinadas.
fertilização: fusão de um ovócito secundário e um espermatozoide para formar um zigoto.
feto: estágio que vai desde o início do terceiro mês de desenvolvimento até o nascimento.
fezes: resíduos eliminados pelo trato digestório no ânus; contêm resíduos indigeríveis, bactérias, muco e células epiteliais.
fibra aferente: axônio que carrega informação sensorial para o sistema nervoso central.
fibra eferente: axônio que leva o impulso nervoso para fora do sistema nervoso central.
fibras de Purkinje: cardiócitos condutores especializados localizados nos ventrículos do coração.
fibrina: fibra proteica insolúvel que forma a estrutura básica de um coágulo sanguíneo.
fibrinogênio: proteína do plasma que é o precursor solúvel da proteína insolúvel fibrina.
fibroblastos: células de tecido conjuntivo propriamente dito, responsáveis pela produção de fibras extracelulares e pela secreção dos compostos orgânicos da matriz extracelular.
fibrocartilagem: cartilagem com abundância de fibras de colágeno na matriz extracelular; lo-

calizada ao redor das margens articulares, nos discos intervertebrais, nos meniscos do joelho.

fíbula: osso lateral e fino da perna.

fígado: órgão do sistema digestório com funções variadas e vitais, incluindo a produção de proteínas do plasma, a excreção de bile, o armazenamento de reservas de energia, a desintoxicação de venenos e a interconversão de nutrientes.

filamento fino: filamento do citoesqueleto da célula muscular esquelética ou muscular cardíaca; consiste em actina, troponina e tropomiosina.

filamento grosso: filamento do citoesqueleto da célula muscular esquelética ou muscular cardíaca; composto de miosina, com eixo de titina.

filtração: movimento de um fluido através de uma membrana cujos poros restringem a passagem de solutos com base no tamanho.

filtrado: fluido produzido por filtração em um glomérulo no rim.

fímbrias: franjas; os processos filiformes que circundam a entrada da tuba uterina.

fisiologia: estudo funcional dos seres vivos.

fissura: abertura ou sulco alongado.

flagelo: organela que é estruturalmente semelhante a um cílio, com função de impulsionar uma célula através de um fluido; encontrado em espermatozoides.

flato: gás intestinal.

flexão plantar: curvatura dos pés e dos dedos em direção ao solo, como ao ficar nas pontas dos pés.

flexão: um movimento que reduz o ângulo entre dois ossos articulados; o oposto de extensão.

flexor: um músculo que atua na flexão.

flexura: dobra.

fluido extracelular: todos os fluidos corporais, exceto os intracelulares; inclui o plasma e o fluido intersticial.

fluido intercelular: *veja* fluido intersticial.

fluido intersticial: fluido tecidual que preenche os espaços entre as células.

fluido intracelular: o citosol.

folículo: saco secretor pequeno ou glândula

folículo piloso: estrutura acessória do tegumento; tubo revestido por um epitélio escamoso estratificado que se inicia na superfície da pele e termina na papila do cabelo.

fontanela: uma região relativamente macia, flexível e fibrosa entre dois ossos planos no crânio em desenvolvimento.

forame/foramina: abertura ou passagem através de um osso.

forame interventricular: abertura que permite a passagem de líquido cerebroespinal entre os ventrículos lateral e terceiro do cérebro.

formação reticular: uma rede difusa de massa cinzenta que se estende ao longo de todo o tronco cerebral.

fosfato de creatina: um composto de alta energia em células musculares; durante a atividade muscular, o grupo de fosfato é doado para o ADP, regenerando o ATP; também chamado de *fosforilcreatina*.

fosfolipídio: um importante lipídio de membrana cuja estrutura inclui tanto regiões hidrofílicas como hidrofóbicas.

fosforilação: adição de um grupo fosfato de alta energia a uma molécula.

fossa: depressão ou sulco raso na superfície de um osso.

fotorrecepção: sensibilidade à luz.

fóvea: a parte da retina que fornece a visão mais nítida, pois tem a concentração mais elevada de cones; dentro da *mácula*.

fratura: quebra ou fratura em um osso.

frênulo: freio; geralmente referindo-se a uma faixa de tecido que restringe o movimento (por exemplo, *frênulo lingual*).

frutose: uma hexose (açúcar simples de seis carbonos) presente em alimentos e no sêmen.

fundo: a base de um órgão como estômago, útero ou vesícula biliar.

funículo espermático: coletivamente, os vasos testiculares, nervos, vasos linfáticos e canal deferente, que se prolonga entre os testículos e a extremidade proximal do canal inguinal.

G

gametas: células reprodutivas (espermatozoides ou ovócitos) que contêm metade do número de cromossomos normais da espécie.

gametogênese: a formação de gametas.

gânglio autônomo: uma grupo de neurônios motores viscerais localizados fora do sistema nervoso central.

gânglio colateral: um gânglio simpático situado na parte anterior da coluna vertebral e separado da cadeia simpática.

gânglio da raiz dorsal: gânglio do sistema nervoso periférico com corpos celulares de neurônios sensitivos.

gânglio pré-vertebral: *veja* gânglio colateral.

gânglio: conjunto de corpos celulares de neurônios fora do sistema nervoso central.

gástrico: pertencente ao estômago.

gene: segmento de uma cadeia de DNA que funciona como uma unidade hereditária. Está localizado em um local específico de um determinado cromossomo e codifica uma proteína ou polipeptídeo específico.

genética: estudo dos mecanismos da hereditariedade.

genitália: órgãos reprodutivos.

gestação: período de desenvolvimento intra-uterino; gravidez.

giro: uma dobra proeminente ou crista do córtex neural nas superfícies dos hemisférios cerebrais.

giro pós-central: córtex sensorial primário, no qual tato, vibração, dor, temperatura e sensações gustatórias chegam e são conscientemente percebidas.

giro pré-central: córtex motor primário de um hemisfério cerebral, localizado anteriormente ao sulco central.

glândula: órgão cujas células produzem secreções exócrinas ou endócrinas.

glândula endócrina: a glândula que secreta hormônios no sangue.

glândula exócrina: uma glândula que secreta para a superfície do corpo ou para uma via conectada ao exterior.

glândula hipófise: glândula endócrina situada na sela túrcica do osso esfenoide e ligada ao hipotálamo pelo infundíbulo; inclui o lobo posterior e o lobo anterior.

glândula lacrimal: glândula produtora de lágrima localizada na região superolateral do olho.

glândula mista: glândula que contém células exócrinas e endócrinas, ou uma glândula exócrina que produz as secreções serosas e mucosas.

glândula pineal: glândula neural na parte posterior do teto do diencéfalo; secreta melatonina.

glândula suprarrenal: uma pequena glândula endócrina que secreta esteroides e catecolaminas e está localizada sobre o polo superior de cada rim, também chamada *glândula adrenal*.

glândula tireoide: glândula endócrina cujos lobos estão lateralmente à cartilagem tiroide da laringe.

glândulas bulbouretrais: glândulas mucosas da base do pênis, cuja secreção é liberada na uretra peniana; equivalem às glândulas vestibulares maiores nas mulheres; também chamadas de *glândulas de Cowper*.

glândulas ceruminosas: glândulas tegumentares que secretam cerume.

glândulas écrinas: glândulas sudoríferas da pele que produzem uma secreção aquosa.

glândulas gástricas: as glândulas tubulares do estômago, cujas células produzem ácido, enzimas, fator intrínseco e hormônios.

glândulas mamárias: glândulas da mama feminina produtoras de leite.

glândulas paratireoides: quatro pequenas glândulas embutidas na superfície posterior da glândula tireoide; secretam paratormônio.

glândulas salivares parótidas: grandes glândulas salivares que secretam uma saliva contendo altas concentrações de amilase salivar (alfa).

glândulas sebáceas: glândulas que secretam sebo; normalmente associadas aos folículos pilosos.

glândulas seminais: glândulas do trato reprodutor masculino que produzem aproximadamente 60% do volume de sêmen; também chamadas *vesículas seminais*.

glicérides: lipídios compostos de glicerol ligados aos ácidos graxos.

glicocorticoides: hormônios secretados pelo córtex da glândula suprarrenal para modificar o metabolismo da glicose; o cortisol e a corticosterona são importantes exemplos.

glicogenese: síntese de glicogênio a partir de moléculas de glicose;

glicogênio: um polissacarídeo que é uma importante reserva de energia; polímero constituído por uma cadeia de moléculas de glicose.

glicogenólise: quebra de glicogênio e libertação de moléculas de glicose.

glicolípidos: compostos criados pela combinação de carboidratos e lipídios.

glicólise: ruptura citoplasmática anaeróbica da glicose em duas moléculas três carbonos de piruvato, com produção de duas moléculas de ATP.

gliconeogênese: síntese de glicose a partir de precursores de proteínas ou de lipídios.

glicoproteína: composto contendo um pequeno carboidrato ligado a uma proteína grande.

glicose: açúcar de seis carbonos, $C_6H_{12}O_6$; a fonte de energia preferencial da maioria das células e, normalmente, a única fonte de energia para os neurônios.

glicosúria: presença de glicose na urina.

glóbulos brancos (leucócitos): granulócitos e agranulócitos do sangue integral.

glóbulos vermelhos: *veja* eritrócito.

glomérulo: bola ou nó; nos rins, um nódulo de capilares que se projeta para dentro da extremidade proximal alargada do néfron; o local de filtração, o primeiro passo na produção de urina.

glucagon: hormônio secretado pelas células alfa das ilhotas pancreáticas; eleva as concentrações de glicose no sangue.

gônadas: órgãos reprodutivos que produzem gametas e hormônios.

gonadotrofina coriônica humana (hCG): hormônio placentário que mantém o corpo lúteo durante os três primeiros meses de gravidez.

gonadotrofinas: hormônio folículo-estimulante e hormônio luteinizante, hormônios que estimulam o desenvolvimento de gametas e secreção de hormônios sexuais.

gonfose: uma sinartrose fibrosa que liga um dente ao osso do maxilar.

gorduras poli-insaturadas: ácidos graxos contendo átomos de carbono, conectados por ligações duplas.

gradiente de concentração: diferenças locais na concentração de uma substância em particular.

granulações aracnoideas: processos da aracnoide-mater que se projetam para dentro do seio sagital superior; locais nos quais o líquido cefalorraquidiano drena para a circulação venosa.

granulócitos: os glóbulos brancos que contêm grânulos citoplasmáticos que são visíveis ao microscópio óptico; inclui eosinófilos, basófilos e neutrófilos, também chamados de *leucócitos granulares*.
grupo acetila: $^{-}CH_3CO$.
grupo amino: $-NH_2$.
grupo fosfato: PO_4^{-3}; grupo funcional que pode ser ligado a uma molécula orgânica; necessário para a formação de ligações de alta energia.
guanina: uma das bases nitrogenadas nos ácidos nucleicos RNA e DNA.
gustação: paladar.

H

hálux: o artelho número 1, o dedão do pé.
haploide: que possui metade do número normal de cromossomos; uma característica de gametas.
hematócrito: percentagem do volume do sangue integral correpondente às células; também chamado de volume de concentrado de hemácias (VPRC) ou volume globular (VG).
hematoma: uma quantidade anormal de sangue coagulado ou parcialmente coagulado fora de um vaso sanguíneo.
hematopoese: formação e diferenciação dos glóbulos vermelhos.
hematúria: presença anormal de glóbulos vermelhos na urina.
heme: anel de porfirina contendo um átomo de ferro central que pode, de forma reversível, se ligar às moléculas de oxigênio; um componente da molécula de hemoglobina.
hemisférios cerebrais: duas porções expandidas do cérebro recobertas por córtex neural.
hemocitoblastos: células-tronco cujas divisões produzem cada uma das várias populações de células do sangue.
hemoglobina: proteína composta por quatro subunidades globulares, cada uma ligada a uma molécula de heme; dá aos glóbulos vermelhos a habilidade de transportar oxigênio no sangue.
hemólise: destruição de glóbulos vermelhos.
hemorragia: perda de sangue, sangrar.
hemostase: contenção de um sangramento.
heparina: anticoagulante liberado por basófilos e mastócitos ativados.
hepatócito: célula do fígado.
heterozigoto: zigoto que apresenta dois alelos diferentes no mesmo locus em um par de cromossomos; o fenótipo do indivíduo é determinado por um ou ambos os alelos.
hialurona: carboidrato componente de proteoglicanos da matriz de muitos tecidos conjuntivos.
hialuronidase: enzima que rompe as junções entre as células foliculares adjacentes; produzidas por algumas bactérias e encontradas no acrossomo do espermatozoide.
hiato: vão, fenda ou abertura.
hidrato de carbono: composto orgânico contendo carbono, hidrogênio e oxigênio em uma proporção aproximada de 1:2:1.
hidrofílica: livremente associada à água; entrando prontamente em solução; que tem afinidade com a água.
hidrofóbico: incapaz de se associar livremente às moléculas de água; insolúvel; que repele a água.
hidrólise: quebra de uma ligação química pela adição de uma molécula de água; o reverso da síntese de desidratação.
hilo: região pela qual vasos sanguíneos, vasos linfáticos, nervos e/ou outras estruturas anatômicas adentram ou saem de um órgão.
hipercapnia: altas concentrações de dióxido de carbono do plasma, geralmente como resultado de hipoventilação ou perfusão inadequada do tecido.
hiperpolarização: mudança do potencial de repouso da membrana celular além de 0 mV.
hipersecreção: hiperatividade das glândulas que produzem secreções exócrinas ou endócrinas.
hipertensão: pressão sanguínea anormalmente alta.
hipertônico: ao comparar duas soluções, a solução com a osmolaridade mais elevada.
hipertrofia: aumento no tamanho do tecido, sem aumento do número de células, sem divisão celular.
hiperventilação: taxa de respiração suficiente para reduzir as concentrações de dióxido de carbono do plasma para níveis abaixo do normal.
hipocampo: região sob o assoalho do corno inferior do ventrículo lateral relacionada aos estados emocionais e à conversão de memória de curto para longo prazo.
hipocapnia: concentração de dióxido de carbono do plasma abaixo do normal; geralmente resultado da hiperventilação.
hipoderme: camada de tecido conjuntivo frouxo abaixo da derme; também chamada de *camada subcutânea* ou *fáscia superficial*.
hipossecreção: taxas anormalmente baixas de secreção exócrina ou endócrina.
hipotálamo: base do diencéfalo; região do cérebro que contêm centros envolvidos com o regulação subconsciente de funções viscerais, emoções, bem como a coordenação de funções neurais e endócrinas.
hipotônico: ao comparar duas soluções, a solução com a osmolaridade mais baixa.
hipoventilação: frequência respiratória insuficiente para manter as concentrações de dióxido de carbono no plasma dentro dos níveis normais.
hipóxia: baixa concentração de oxigênio dos tecidos.
histamina: substância química liberada por basófilos ou mastócitos ativados, iniciando ou reforçando uma resposta inflamatória.
histologia: estudo dos tecidos.
histonas: proteínas associadas ao DNA nuclear; as cadeias de DNA estão enroladas em torno delas.
holócrina: forma de secreção exócrina na qual as células secretoras tornam-se repletas de vesículas e, em seguida, rompem-se.
homeostase: manutenção de um ambiente interno relativamente constante.
hormônio: substância secretada por uma célula na corrente sanguínea para afetar as atividades de células em outra parte do corpo.
hormônio adrenocortical: qualquer esteroide produzido pelo córtex da glândula suprarrenal.
hormônio adrenocorticotrófico (ACTH): hormônio que estimula a produção e a secreção de glicocorticoides pelo córtex da glândula suprarrenal; liberado pelo lobo anterior da hipófise em resposta ao hormônio liberador de corticotrofina.
hormônio antidiurético (ADH): hormônio sintetizado no hipotálamo e secretado na neuro-hipófise (lobo posterior da glândula hipófise); provoca retenção de água pelos rins e elevação da pressão arterial.
hormônio do crescimento (GH): hormônio secretado pela adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise) que estimula o crescimento dos tecidos e o anabolismo quando os nutrientes são abundantes e restringe a dependência de glicose nos tecidos quando os nutrientes são escassos.
hormônio estimulante da tireoide (TSH): hormônio produzido pelo lobo anterior da glândula hipófise, que provoca a secreção de hormônios pela glândula tireoide.
hormônio folículo-estimulante (FSH): hormônio secretado pelo lobo anterior da glândula hipófise; estimula a oogênese (feminino) e a espermatogênese (masculino).
hormônio inibidor do hormônio do crescimento (GHIH): hormônio regulador hipotalâmico que inibe a secreção do hormônio do crescimento pelo lobo anterior da glândula hipófise.
hormônio liberador de corticotrofina (CRH): hormônio libertador, secretado pelo hipotálamo, que estimula a secreção do hormônio adrenocorticotrófico pelo lobo anterior da glândula hipófise.
hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH): hormônio de liberação hipotalâmica que causa a secreção dos hormônios folículo-estimulante e luteinizante pela adeno-hipófise (lobo anterior da hipófise).
hormônio luteinizante (LH): hormônio produzido pela adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise). Nas mulheres, ele auxilia o FSH na estimulação folicular, induz a ovulação e promove a manutenção e a secreção das glândulas endometriais. Nos homens, ele estimula a secreção de testosterona, pelas células intersticiais do testículo.
hormônio estimulante de melanócito (MSH): hormônio produzido pela parte intermediária da adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise), que estimula a produção de melanina.
hormônio paratireoide ou paratormônio (PTH): hormônio secretado pelas glândulas paratiroides quando os níveis de cálcio plasmático caem abaixo da taxa normal; causa aumento da atividade dos osteoclastos, elevação da absorção de cálcio pelo intestino e diminuição da perda de íons de cálcio nos rins.
hormônios da tiroide: tiroxina (T_4) e tri-iodotironina (T_3), os hormônios da glândula tireoide; estimulam o metabolismo dos tecidos, a utilização de energia e o crescimento.
humor aquoso: fluido semelhante à perilinfa ou ao líquido cefalorraquidiano que preenche a câmara anterior do olho.
humor vítreo: substância gelatinosa na câmara vítrea do olho.

I

íleo: os 2,5 m distais do intestino delgado.
ilhotas de Langerhans: *veja* ilhotas pancreáticas.
ilhotas pancreáticas: agregações de células endócrinas no pâncreas; também chamadas *ilhotas de Langerhans*.
ílio: o maior dos três ossos cuja fusão forma o osso do quadril.
implantação: fixação do blastocisto no endométrio da parede uterina.
impulso nervoso: potencial de ação da membrana plasmática de um neurônio.
imunidade: resistência às lesões e às doenças causadas por compostos exógenos, toxinas ou agentes patogênicos.
imunidade celular: resistência às doenças mediada pela atividade das células T sensibilizadas que destroem células portadoras de antígeno por contato direto ou pela liberação de linfotoxinas.
imunidade humoral: *veja* imunidade mediada por anticorpos.
imunidade mediada por anticorpos: imunidade resultante da presença de anticorpos circulantes produzidos pelos plasmócitos, também chamada de *imunidade humoral*.
imunização: a produção de imunidade por meio de exposição deliberada aos antígenos sob condições que impeçam o desenvolvimento de doenças e estimule a produção de células B da memória.
imunoglobulina: anticorpo circulante.
***in vitro*:** fora do corpo, em um ambiente artificial.
***in vivo*:** no corpo vivo.
inclusões: agregados de pigmentos insolúveis, nutrientes ou outros materiais no citoplasma, revestidos ou não por membrana.

inervação: a distribuição de nervos sensoriais e motores para uma região ou um órgão específico.
infarto do miocárdio: ataque cardíaco; danos ao músculo do coração devido a uma interrupção da circulação coronariana regional.
infarto: área de células mortas resultante da interrupção do fluxo sanguíneo.
infecção: invasão e colonização de tecidos corporais por patógenos.
inferior: abaixo, em referência a uma estrutura particular, com o corpo na posição anatômica.
infertilidade: incapacidade de conceber; também chamada *esterilidade*.
inflamação: mecanismo de defesa não específico que ocorre no nível tecidual; caracterizado por inchaço, vermelhidão, calor, dor e certa perda de função.
infundíbulo: estrutura afilada, em forma de funil; no cérebro, a ligação entre a glândula hipófise e o hipotálamo; na tuba uterina, a abertura delimitada por fímbrias que recebe os ovócitos na ovulação.
ingestão: introdução de materiais no trato digestório através da boca; comer.
inibina: hormônio produzido pelas células de Sertoli ou de sustentação dos testículos e células foliculares dos ovários, que inibe a secreção do hormônio folículo-estimulante pela adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise).
injeção: introdução forçada de um líquido para dentro de uma parte do corpo ou órgão.
inserção: ponto de fixação de um músculo; a extremidade muscular que é mais facilmente mobilizável.
insolúvel: incapaz de se dissolver em solução.
inspiração: inalação; o movimento de ar para dentro do sistema respiratório.
insuficiência cardíaca congestiva (ICC): falha para manter o débito cardíaco adequado decorrente de problemas cardiovasculares ou danos do miocárdio.
insulina: hormônio secretado por células beta das ilhotas pancreáticas; provoca redução nas concentrações de glicose do plasma.
interfase: o estágio no ciclo de vida de uma célula durante o qual os cromossomas estão descondensados e todas as atividades celulares normais ocorrem, com exceção dos eventos da mitose.
interferons: peptídeos liberados contra células infectadas por vírus, especialmente por linfócitos, que retardam a replicação viral e tornam outras células mais resistentes à infecção viral.
interleucinas: peptídeos liberados por monócitos e linfócitos ativados que auxiliam na coordenação de imunidades celulares e humorais.
interneurônios: neurônios de associação; neurônios do sistema nervoso central que estão entre os neurônios sensoriais e motores.
intestino delgado: duodeno, jejuno e íleo; parte do sistema digestório entre o estômago e o intestino grosso.
intestino grosso: a parte terminal do tubo intestinal, consistindo do cólon e do reto.
intestino: órgão tubular do sistema digestório.
inversão: movimento da planta do pé em direção ao plano mediano.
involuntário: fora do controle consciente.
íon: átomo ou molécula que apresenta carga positiva ou negativa em razão de doação ou aceitação, respectivamente, de um ou mais elétrons.
íon hidróxido: OH^-.
ionização: dissociação quebra de uma molécula em solução para formar íons.
íons de bicarbonato: HCO_3-; componentes aniônicos do sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato.
íris: estrutura contrátil, composta de músculo liso, que forma a parte colorida do olho.
isotônico: solução com uma osmolaridade que não resulta em movimento de água através das membranas plasmáticas.
isótopos: formas de um elemento cujos átomos contêm o mesmo número de prótons, mas números diferentes de nêutrons (e, portanto, diferem em peso atômico).
isquemia: suprimento inadequado (insuficiente) de sangue em uma região do corpo.
ísquio: um dos três ossos cuja fusão forma o osso do quadril.
istmo das fauces: a passagem da boca para a faringe, delimitada pelos arcos do palatino, o palato mole e a úvula.
istmo: uma estreita faixa de tecido conectando duas massas maiores.

J

janela oval: abertura no labirinto ósseo na qual o estribo se fixa à parede membranosa da rampa vestibular.
janela redonda: abertura no labirinto ósseo da orelha interna que expõe a parede membranosa do ducto timpânico para o ar da cavidade da orelha média.
jejuno: parte intermediária do intestino delgado.
junção neuroglandular: junção celular em que um neurônio controla ou regula a atividade de uma célula (glândula) secretora.
junção neuromuscular: sinapse entre um neurônio e uma célula muscular.
junções comunicantes ou em *gap*: junções entre células que permitem comunicação elétrica ou iônica.
junta: área na qual os ossos adjacentes interagem; também chamada *articulação*.

L

lábios: lábio; os grandes lábios e pequenos lábios são componentes da genitália externa feminina.
labirinto membranoso: tubos repletos de endolinfa que englobam os receptores da orelha interna.
labirinto: um labirinto de passagens; as estruturas da orelha interna.
***labrum*:** lábio ou borda.
lactação: produção de leite pelas glândulas mamárias.
lactase: enzima que quebra a lactose, o açúcar do leite.
lactato: ânion liberado pela dissociação de ácido lático, produzido a partir do piruvato sob condições anaeróbias.
lácteo: capilar linfático em fundo cego dentro de uma vilosidade intestinal.
lactogênio placentário humano ou somatotrofina coriônica humana (hPL): hormônio placentário que estimula o desenvolvimento funcional das glândulas mamárias.
lacuna: pequena cavidade.
lamelas: camadas concêntricas; as camadas concêntricas de osso dentro de um ósteon.
lâmina: uma folha ou camada fina.
lâmina própria: tecido conjuntivo frouxo subjacente a um epitélio e que faz parte de uma membrana mucosa.
laringe: órgão cartilaginoso complexo que envolve e protege a glote e as pregas vocais; a margem superior está ligada ao osso hioide e a margem inferior está ligada à traqueia.
laringofaringe: divisão da faringe que é inferior à epiglote e superior ao esôfago.
lateral: pertencente ao lado.
lente: estrutura de refração transparente localizada entre a íris e o humor vítreo; também denominada de *cristalino*.
leucócito: glóbulo branco.
ligação covalente: ligação química entre os átomos que envolve o compartilhamento de elétrons.
ligação de hidrogênio: interação fraca entre o átomo de hidrogênio em uma molécula e uma parte cobrada negativamente de outra molécula.
ligação iônica: ligação molecular criada pela atração entre íons com cargas opostas.
ligação peptídica: ligação covalente entre o grupo amino de um aminoácido e o grupo carboxil de outro.
ligação polar: ligação covalente na qual os elétrons são compartilhado de forma desigual.
ligadura: interrupção (vasos sanguíneos ou da tuba uterina).
ligamento: faixa densa de tecido conjuntivo denso e fibroso que liga um osso ao outro.
ligamento arterioso: ligamento fibroso em adultos, remanescente do canal arterial da fase fetal.
ligamento falciforme: prega de mesentério que contém o ligamento redondo, estrutura fibrosa derivada da veia umbilical do feto.
ligamento periodontal: tecido conjuntivo denso que liga o cimento de um dente ao periósteo do alvéolo circundante.
ligamento *teres* (redondo): ligamento fibroso situado entre as pregas do ligamento falciforme do fígado; remanescente da veia umbilical da fase fetal.
limite: potencial de membrana no qual o potencial de ação começa.
linfa: fluido dos vasos linfáticos, com composição similar ao fluido intersticial.
linfocinas: substâncias químicas secretadas por linfócitos ativados.
linfócito: célula do sistema linfático que participa na resposta imune.
linfopoese: a produção de linfócitos a partir de células-tronco linfoides.
lingual: pertencente à língua.
lípidios: composto orgânico que contém carbonos, hidrogênios e oxigênios em uma proporção que não se aproxima de 1:2:1; inclui gorduras, óleos e ceras.
lipogênese: síntese de lipídios a partir de precursores não lipídicos.
lipólise: catabolismo de lipídios como fonte de energia.
lipoproteína de alta densidade (HDL): lipoproteína com conteúdo lipídico relativamente pequeno; responsável pela movimentação do colesterol dos tecidos periféricos para o fígado.
lipoproteína: composto contendo um grupo relativamente pequeno de lipídio ligado a uma proteína.
líquido amniótico: fluido que preenche a cavidade amniótica; amortece e sustenta o embrião ou feto.
líquido cerebrospinal (LCE): fluido que banha as superfícies internas e externas do sistema nervoso central; secretado pelo plexo coroide.
líquido sinovial: substância secretada pelas membranas sinoviais e que lubrifica as articulações.
lise: destruição de uma célula pela ruptura de sua membrana plasmática.
lisossomo: organela vesicular intracelular que contém enzimas digestivas.
lisozima: enzima presente em algumas secreções exócrinas que têm propriedades antibióticas.
lóbulo: histologicamente, a unidade básica organizacional do fígado e de outras glândulas.
lombar: pertencente à parte inferior do dorso.
lúmen: o espaço central dentro de um ducto ou de outro órgão tubular.

M

macrófago: célula fagocítica do sistema de monócitos-macrófagos.

mácula: região da retina que contém elevada concentração de cones e poucos bastonetes. Um receptor complexo, localizado no sáculo ou utrículo da orelha interna, que responde à aceleração linear e à gravidade.

mamilo: uma projeção epitelial elevada na superfície da mama; contém as aberturas dos seios lactíferos.

martelo: o primeiro ossículo auditivo, ligado à membrana timpânica e à bigorna.

massa celular interna: células do blastocisto que formarão o corpo do embrião.

massa cinzenta: áreas do sistema nervoso central que são formadas por corpos celulares de neurônios, neuróglia e axônios não mielinizados.

mastigação: triturar alimentos com os dentes.

mastócito: célula do tecido conjuntivo que, quando estimulada, libera histamina, serotonina e heparina, dando início ao processo inflamatório.

matriz: fibras extracelulares e substância fundamental de um tecido conjuntivo.

meato acústico externo: uma passagem no osso temporal que leva para a membrana timpânica do ouvido médio.

meato: abertura ou entrada em uma passagem.

mecanorrecepção: detecção de estímulos mecânicos, como tato, pressão ou vibração.

medial: em direção à linha média do corpo.

mediastino: espaço da cavidade torácica entre as duas cavidades pleurais.

medula da glândula suprarrenal: porção interna da glândula suprarrenal; um gânglio simpático modificado que secreta catecolaminas (E e NE) para dentro do sangue durante a ativação simpática; também chamada de *medula adrenal*.

medula: tecido que preenche a cavidade interna dos ossos, formado por células hematopoéticas (medula óssea vermelha) ou por tecido adiposo (medula óssea amarela).

megacariócitos: células da medula óssea responsáveis pela formação de plaquetas.

meiose: divisão celular que produz gametas com metade do complemento cromossômico somático normal.

melanina: pigmento castanho-amarelado produzido pelos melanócitos da pele.

melanócito: célula especializada nas camadas mais profundas do epitélio estratificado, pavimentoso, queratinizado da pele; responsável pela produção de melanina.

melatonina: hormônio secretado pela glândula pineal ou epífise.

membrana: qualquer folha ou partição.

membrana basal: uma camada de fibras e filamentos que fixa o epitélio ao tecido conjuntivo subjacente.

membrana cutânea: a epiderme e a camada papilar da derme.

membrana interóssea: membrana de tecido conjuntivo fibroso entre a tíbia e a fíbula e entre o rádio e a ulna; um exemplo de anfiartrose fibrosa.

membrana plasmática: membrana celular; plasmalema.

membrana pós-sináptica: a parte da membrana plasmática de uma célula pós-sináptica que faz parte da sinapse.

membrana pré-sináptica: superfície sináptica na qual ocorre a liberação do neurotransmissor.

membrana serosa: membrana formada por epitélio escamoso e o tecido conjuntivo frouxo subjacente; o revestimento das cavidades do pericárdio, pleural e peritoneal.

membrana sinovial: camada incompleta de células semelhantes aos fibroblastos voltada para a cavidade sinovial, mais o tecido conjuntivo frouxo subjacente.

membrana timpânica: também chamada de *tímpano*; é a membrana que separa o meato acústico externo da orelha média; membrana cujas vibrações são transferidas aos ossículos da orelha média e para a janela oval.

membrana mucosa: uma camada constituída de um epitélio e tecido conjuntivo subjacente.

membranas excitáveis: membranas que propagam potenciais de ação, uma característica de células musculares e células nervosas.

membranas extraembrionárias: saco vitelino, âmnio, córion e alantoide.

meninges: as três membranas que circundam as superfícies do sistema nervoso central; a dura-máter, a aracnoide-máter e a pia-máter.

menisco: uma peça de cartilagem fibrosa entre superfícies opostas em uma articulação.

menstruação: a primeira fase do ciclo uterino na qual o revestimento endometrial é descartado; período menstrual.

merócrina: um método de secreção no qual a célula ejeta materiais de vesículas secretoras por meio da exocitose.

mesencéfalo: parte do tronco encefálico.

mesentério: camada dupla de membrana serosa que suporta e estabiliza a posição do intestino na cavidade abdominopélvica, proporcionando caminho para os vasos sanguíneos associados, nervos e vasos linfáticos.

mesoderma: a camada germinativa intermediária entre a ectoderma e a endoderma do embrião.

metabolismo aeróbio: quebra completa de substratos orgânicos em dióxido de carbono e água, via piruvato; processo que produz grandes quantidades de ATP, mas dependente da presença de mitocôndrias e oxigênio.

metabolismo: a soma de todos os processos bioquímicos em curso dentro do corpo humano, em qualquer momento; inclui o anabolismo e o catabolismo.

metabólitos: compostos produzidos no corpo como resultado de reações metabólicas.

metacarpo: os cinco ossos do carpo, da mão.

metáfase: fase da mitose em que os cromossomos alinham-se ao longo do plano equatorial da célula.

metáfise: região de um osso longo entre a epífise e a diáfise, correspondendo à localização da cartilagem da epífise no desenvolvimento ósseo.

metarteríola: vaso que conecta uma vênula a uma arteríola e que fornece sangue a um plexo capilar.

metástase: disseminação de células cancerígenas de um órgão ao outro, resultando no estabelecimento de tumores secundários.

metatarso: um dos cinco ossos do pé que se articulam com os ossos do tarso (proximal) e falanges (distal).

micção: esvaziamento da bexiga urinária; eliminação de urina através da uretra.

micela: gota lipídica com partes hidrofílicas externamente; agregação esférica de sais biliares, monoglicerídeos e ácidos graxos no lúmen do trato intestinal.

microfilamentos: filamentos finos de proteína visíveis ao microscópio eletrônico; componentes do citoesqueleto.

micróglia: neuróglia fagocítica no sistema nervoso central.

microtúbulos: túbulos microscópicos que fazem parte do citoesqueleto e são um componente de cílios, flagelos, centríolos e das fibras do fuso.

microvilosidades: pequenas extensões semelhantes a um dedo de luva da membrana plasmática apical de uma célula epitelial.

mielina: bainha isolante rica em lipídios em torno de um axônio; consiste em camadas múltiplas de membrana plasmática neuroglial; aumenta significativamente a taxa de propagação do impulso ao longo do axônio.

mielinização: formação da bainha de mielina.

mineralocorticoides: corticosteroides produzidos pelo córtex da glândula suprarrenal; esteroides tais como aldosterona, que afeta o metabolismo mineral.

miocárdio: tecido muscular cardíaco do coração.

miofibrilar: coleção organizada de miofilamentos nas células musculares esqueléticas e cardíacas.

miofilamentos: filamentos contráteis de proteína, compostos principalmente das proteínas actina (filamentos finos) e miosina (filamentos grossos ou espessos).

mioglobina: pigmento com afinidade com o oxigênio e é especialmente comum em fibras musculares esqueléticas lentas e fibras musculares cardíacas.

miométrio: camada espessa de músculo liso na parede do útero.

miosina: componente proteico dos filamentos espessos.

mitocôndria: organela intracelular responsável por gerar a maior parte do ATP requerido para as funções celulares.

mitose: divisão de um único núcleo celular, que resulta em dois núcleos de células-filhas idênticas; fase importante na divisão celular.

molécula: estrutura química que contém dois ou mais átomos, mantidos unidos por ligações químicas covalentes.

molécula de DNA: duas cadeias de dexorribonucleotídeos enroladas em uma hélice dupla e mantidas juntas por pontes de hidrogênio entre pares de bases nitrogenadas complementares.

monócitos: agranulócitos fagocíticos no sangue circulante.

monofosfato de adenosina (AMP): nucleotídeo que consiste em adenosina ligada a um grupo fosfato (PO_4^{3-}), também chamado *fosfato de adenosina*.

monoglicerídeo: lípidio constituído por um único ácido graxo ligado a uma molécula de glicerol.

monossacarídeo: açúcar simples, tal como glicose ou ribose.

mucinas: proteoglicanos responsáveis pelas propriedades lubrificantes do muco.

muco: fluido lubrificante composto de água e mucinas; produzido por glândulas unicelulares ou multicelulares ao longo dos tratos digestório, respiratório, urinário e genital.

mucosa: membrana mucosa; o epitélio acrescido de lâmina própria; indica presença ou produção de muco.

multiplicação contracorrente: transporte ativo entre dois membros de um ciclo que contém um fluido movendo em uma direção, responsável pela concentração da urina nos túbulos do rim.

muscular da mucosa: camada de músculo liso abaixo da lâmina própria; responsável por mover a superfície da mucosa.

músculo: órgão contrátil composto de tecido muscular, vasos sanguíneos, nervos, tecidos conjuntivos e vasos linfáticos.

músculo detrusor: coletivamente, as três camadas de músculo liso na parede da bexiga urinária.

músculo esquelético: órgão contrátil do sistema muscular.

mutação: alteração na sequência de nucleotídeos do DNA em uma célula.

mutagênicos: agentes químicos que induzem mutações e podem ser cancerígenos.

N

narinas: aberturas externas da cavidade nasal.

narinas: aberturas pares a partir do exterior para a cavidade nasal.

nasofaringe: região posterior aos coanos e superior ao palato mole, que se estende até a orofaringe.

necrose: morte de células ou tecidos por doença ou lesão.
néfron: unidade funcional básica do rim.
neonato: bebê recém-nascido (RN).
neoplasia: tumor ou massa de tecido anormal.
nervo autônomo: um nervo periférico formado por fibras autônomas pré ou pós-ganglionares.
nervo ciático: nervo que inerva a parte posteromedial da coxa, pena e pé.
nervo espinal: um dos 31 pares de nervos que se originam na medula espinal a partir das raízes anterior e posterior.
nervo glossofaríngeo: o nono (IX) par de nervo craniano.
nervo misto: um nervo periférico que contém fibras sensitivas e motoras.
nervo oculomotor: III nervo craniano que controla os músculos extraoculares, exceto o músculo oblíquo e o músculo reto lateral.
nervo óptico: o segundo nervo craniano (II) que transporta sinais da retina do olho para o quiasma óptico.
nervo trigêmeo: V par de nervos cranianos que fornece informações sensoriais da parte inferior da face (incluindo as mandíbulas superior e inferior) e fornece comandos motores aos músculos da mastigação.
nervo troclear: IV par de nervos cranianos, inerva o músculo oblíquo superior do olho.
nervos cranianos: nervos periféricos originários no encéfalo.
neurilema: a superfície externa da neuróglia que envolve um axônio.
neuróglia: células do sistema nervoso central e sistema nervoso periférico que apoiam e protegem os neurônios, também chamadas de *células gliais*.
neurônio: uma célula do tecido neural que é especializada na comunicação intercelular por meio de (1) mudanças no potencial da membrana e (2) conexões sinápticas.
neurônio multipolar: um neurônio com muitos dendritos e um único axônio; a forma típica de um neurônio motor.
neurônio pós-ganglionar: um neurônio autônomo em um gânglio periférico, que controla os efetores periféricos.
neurônio pré-ganglionar: um neurônio motor visceral no sistema nervoso central, cuja eferência controla um ou mais neurônios motores ganglionares do sistema nervoso periférico.
neurônio unipolar: um neurônio sensorial, cujo corpo celular é um gânglio da raiz dorsal ou um gânglio sensorial de um nervo craniano.
neurotransmissor: um composto químico liberado por um neurônio que altera o potencial de membrana de outro neurônio.
neutrófilos: um micrófago (leucócito) muito numeroso e normalmente a primeira das células fagocíticas móveis a chegar a uma área de lesão ou infecção.
nêutron: partícula fundamental que não apresenta carga positiva ou negativa.
nocicepção: percepção da dor.
nódulo atrioventricular (AV): grupo de cardiócitos especializados que transmitem o estímulo contrátil para o feixe de His, para os ramos de feixes, as fibras de Purkinje e o miocárdio ventricular; localizado no limite entre os átrios e os ventrículos.
nódulo de Ranvier: a área entre duas células neurogliais adjacentes em que o revestimento de mielina de um axônio é incompleto.
nódulo sinoatrial (SA): marca-passo natural do coração; situado na parede do átrio direito.
nódulos linfáticos: órgãos linfoides que monitoram a composição da linfa.
noradrenalina: *veja* norepinefrina.
norepinefrina (NE): neurotransmissor do tipo catecolamina do sistema nervoso periférico e do sistema nervoso central, liberado principalmente nas junções neuromuscular e neuroglandular simpáticas; hormônio secretado pela medula da glândula suprarrenal; também chamado de *noradrenalina*.
núcleo caudado: um dos núcleos da base envolvidos com o controle subconsciente da atividade muscular esquelética.
núcleo pré-óptico: núcleo hipotalâmico que coordena as atividades de termorregulação.
núcleo: organela celular que contém DNA, RNA e proteínas; no sistema nervoso central, porção de substância cinzenta.
nucléolo: região densa no núcleo, local da síntese do RNA ribossômico.
nucleoplasma: solução fluida e aquosa do núcleo.
nucleoproteínas: proteínas nucleares, geralmente associadas ao DNA.
núcleos da base: núcleos do cérebro, importantes no controle subconsciente da atividade da musculatura esquelética.
nucleotídeo: composto que consiste em uma base nitrogenada, um açúcar simples de 5 carbonos e um grupo fosfato.
número atômico: número de prótons no núcleo de um átomo.
nutriente: parte do alimento (vitaminas, minerais, carboidratos, lipídios, proteína ou água) que é necessário para as funções fisiológicas normais.

O

ocitocina (Oxt): hormônio produzido por células hipotalâmicas e secretado em capilares no lobo posterior da glândula hipófise; estimula as contrações do músculo liso do útero ou das glândulas mamárias nas mulheres e da próstata nos homens.
ocular: pertencente ao olho.
olécrano: extremidade proximal do cúbito que forma o ponto saliente do cotovelo.
olfato: o sentido do olfato.
oligodendrócitos: neuróglia do sistema nervoso central que mantém a organização celular na substância cinzenta e secreta a bainha de mielina em áreas de substância branca.
omento maior: uma grande dobra do peritônio dorsal ao estômago; termina anteriormente ao intestino.
omento menor: pequena prega de peritônio conectada à curvatura menor do estômago e ao fígado.
oogênese: produção de óvulo.
opsonização: efeito de revestir um objeto com anticorpos, aumentando a atração e a percepção para a fagocitose.
órbita: o recesso ósseo do crânio que contém o globo ocular.
orelha externa: aurícula, meato acústico externo e membrana timpânica.
orelha interna: o labirinto membranoso que contém os órgãos da audição e do equilíbrio.
orelha média: o espaço entre a orelha externa e a orelha interna que contém os ossículos auditivos.
organela: estrutura intracelular que executa uma função específica ou grupo de funções.
organogênese: a formação de órgãos durante o desenvolvimento embrionário e fetal.
órgão espiral: complexo receptor na escala média da cóclea que inclui as células ciliadas internas e externas, células de suporte, e a membrana tectória, também chamado de *órgão de Corti*; proporciona a sensação da audição.
órgãos: combinações de tecidos que desempenham funções complexas.
origem: em um músculo esquelético, é o ponto de inserção que não muda de posição quando o músculo é contraído; definido a partir da posição anatômica.
orofaringe: a porção intermediária da faringe, limitada superiormente pela nasofaringe, anteriormente pela cavidade oral e inferiormente pela laringofaringe.
osmolaridade: a concentração total de materiais dissolvidos em uma solução, independente de sua identidade específica, expressos em moles; também chamado de *concentração osmótica*.
osmorreceptor: um receptor sensível às alterações na osmolaridade do plasma.
osmose: o movimento de água de uma solução que contém soluto de concentração maior para uma outra solução através de uma membrana com permeabilidade seletiva.
ossículos da audição: os ossos da orelha média: martelo, bigorna e estribo.
ossículos: ossos pequenos.
ossificação: formação de osso.
ossificação endocondral: a substituição de um modelo cartilaginoso por osso; formação característica dos elementos esqueléticos com exceção dos ossos do crânio, clavículas e ossos sesamoides.
ossificação intramembranosa: processo de formação de osso dentro de um tecido conjuntivo, sem o desenvolvimento prévio de um modelo cartilaginoso.
osso: *veja* tecido ósseo.
osso compacto: osso denso que contém ósteons paralelos.
osso coxal: osso do quadril.
osso esponjoso: composto por uma rede de trabéculas ósseas; no interior das epífises e revestimento da cavidade medular.
osso sesamoide: osso que se forma dentro de um tendão.
ossos suturais: ossos irregulares que se formam em tecidos fibrosos entre os ossos chatos do crânio em desenvolvimento; também chamado de *ossos Wormianos*.
ossos tarsais: os ossos do tornozelo (tálus, calcâneo, navicular e cuneiforme).
osteoblasto: célula que produz as fibras e a matriz do osso.
osteócito: célula óssea responsável pela manutenção e substituição do conteúdo mineral do osso circundante.
osteoclastos: célula que digere as fibras e a matriz do osso.
osteólise: a digestão da matriz mineral do osso.
ósteon: unidade histológica básica de osso compacto, consistindo em osteócitos organizados ao redor de um canal central e separados por lamelas concêntricas.
ótico: relativo à orelha.
otólito: a agregação de cristais de carbonato de cálcio sobre a membrana gelatinosa otolítica; localizado acima de uma das máculas do vestíbulo.
ovário: o órgão reprodutivo feminino que produz gametas.
ovócito: uma célula cujas divisões meióticas produzirão um óvulo único e três corpúsculos polares.
ovulação: a liberação de um ovócito secundário rodeado por células da coroa radiada, após a ruptura da parede de um folículo maduro; nas mulheres, é a liberação periódica de um óvulo do ovário.
óvulo: o produto celular da meiose II, produzido após a fecundação de um ovócito secundário.

P

palatino: relativo ao palato.

palato: parede horizontal que separa a cavidade oral da cavidade nasal e da nasofaringe; dividido em palato ósseo anterior (duro) e palato posterior muscular (mole).

palato duro: o teto ósseo da cavidade oral, formado pelos ossos maxilares e palatinos.

palato mole: extensão fibromuscular posterior do palato duro, que separa as partes nasal e oral da faringe.

palpar: examinar pelo toque.

pâncreas: órgão do sistema digestório contendo tecidos glandulares exócrinos e endócrinos; a parte exócrina secreta o suco pancreático e a parte endócrina secreta hormônios, incluindo a insulina e o glucagon.

papila: uma pequena projeção cônica.

papila circunvalada: um das grandes papilas em forma de cúpula na superfície dorsal da língua que forma um V, e separa o corpo da língua de sua raiz.

papila duodenal: uma projeção cônica da superfície interior do duodeno que contém a abertura da ampola hepatopancreática (duodenal).

papilas filiformes: projeções cônicas e delgadas da superfície dorsal dos dois terços anteriores da língua.

paralisia: a perda do controle motor voluntário sobre uma parte do corpo.

parassagital: uma seção ou um plano que segue paralelo ao plano sagital mediano, mas que não passa ao longo da linha média.

parietal: relativo ao osso parietal; ou referindo-se à parede de uma cavidade.

patela: o osso sesamoide do joelho.

patogênico: que causa uma doença.

patógeno: um organismo causador de doença.

patologista: um médico especializado na identificação de doenças com base nas alterações estruturais e funcionais características dos tecidos e órgãos.

pelve: um complexo ósseo formado pelas articulações entre os ossos do quadril, o sacro e o cóccix.

pênis: componente da genitália externa masculina; órgão copulatório que envolve a uretra e serve para introduzir o sémen na vagina; o equivalente do clitóris na mulher.

peptídeo natriurético atrial (PNA): hormônio liberado pelos cardiócitos atriais especializados quando são estirados por um grande retorno venoso anormal; promove perda de fluido e reduções na pressão sanguínea e no retorno venoso.

peptídio: uma cadeia de aminoácidos ligados por ligações peptídicas.

pericárdio: o saco fibroso que envolve o coração; seu revestimento seroso interno é contínuo ao epicárdio.

pericário: citoplasma que envolve o núcleo no corpo celular de um neurônio.

pericôndrio: camada de tecido conjuntivo denso que envolve a cartilagem, consistindo em uma região fibrosa externa e uma região celular interna.

perilinfa: fluido similar à composição do líquido cefalorraquidiano; localizado nos espaços entre o labirinto ósseo e o labirinto membranoso da orelha interna.

perímisio: uma parte do tecido conjuntivo que se para fascículos adjacentes no músculo esquelético.

períneo: o assoalho pélvico e suas estruturas associadas.

perineuro: uma parte do tecido conjuntivo que separa feixes adjacentes de fibras nervosas em um nervo periférico.

período de latência: o tempo entre a estimulação de um músculo e o início da fase de contração.

periósteo: a camada de tecido conjuntivo denso que envolve um osso, consiste em uma região fibrosa externa e uma região celular interna.

peristaltismo: onda de contrações do músculo liso que impulsiona os materiais ao longo do eixo de tubos tais como o do trato digestório, os ureteres ou o ducto deferente.

peritônio: a membrana serosa que reveste a cavidade peritoneal.

permeabilidade: a facilidade de os materiais dissolvidos atravessarem a membrana; se a membrana é livremente permeável, qualquer molécula pode atravessá-la; se impermeável, nada pode atravessá-la; a maioria das membranas biológicas são seletivamente permeáveis.

peroxissomo: uma vesícula membranosa contendo enzimas que quebram o peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

peso atômico: média total do número de prótons e nêutrons nos átomos de um determinado elemento químico.

peso molecular: a soma dos pesos atômicos de todos os átomos em uma molécula.

petrosa: pétrea; geralmente refere-se à porção espessa do osso temporal que inclui a orelha interna.

pH: é o símbolo do potencial hidrogeniônico ou potencial de hidrogênio, expresso em moles por litro; as soluções podem ser ácidas, neutras ou básicas.

pia-máter: a camada mais interna das meninges ligadas ao tecido neural subjacente.

piloro: região gástrica entre o corpo do estômago e o duodeno; inclui o esfíncter pilórico.

pina: aurícula. *Veja* orelha.

pinocitose: a endocitose de fluidos para o citoplasma, envolvendo-os em vesículas membranosas a partir da superfície celular.

piruvato: o íon formado pela dissociação de ácido pirúvico, um composto de três carbonos produzido durante a glicólise.

placa cribriforme: uma parte do osso etmoide que contém os forames pelos quais os axônios dos receptores olfativos passam em direção aos bulbos olfatórios do cérebro.

placenta: estrutura temporária da parede do útero que permite a difusão entre os sistemas de circulação fetal e materno.

plano frontal: um plano de corte que divide o corpo em uma porção anterior e uma posterior; também chamado *plano coronal*.

plano sagital médio: um plano que passa pela linha média do corpo e o divide em metades esquerda e direita.

plano sagital: plano de corte que divide o corpo em partes esquerda e direita.

plantar: refere-se à planta do pé.

plaquetas: pequenas porções de citoplasma que contêm enzimas importantes para a coagulação; desenvolvem-se na medula óssea a partir dos megacariócitos.

plasma: a porção líquida fundamental do sangue integral; o que resta após a remoção das células de uma amostra de sangue.

plasmócito: uma célula B ativada que secreta anticorpos.

pleura: membrana serosa que reveste as cavidades pleurais.

plexo braquial: entrelaçamento dos ramos primários ventrais dos nervos espinhais de C_5-T_1, para inervação do membro superior.

plexo coroide: complexo vascular no teto do terceiro e do quarto ventrículos do cérebro, responsáveis pela produção de líquido cefalorraquidiano.

plexo mioentérico: neurônios motores parassimpáticos e fibras pós-ganglionares simpáticas localizadas entre as camadas circular e longitudinal da túnica muscular do intestino.

plexo: rede.

polipeptídeo: cadeia de aminoácidos conectados por ligações peptídicas; aquelas contendo mais de 100 peptídeos são chamadas de *proteínas*.

polirribossomo: vários ribossomos ligados durante a tradução de uma cadeia simples de RNAm.

polissacarídeo: um açúcar complexo, tal como o glicogênio ou o amido.

ponte cruzada: cabeça de miosina que se projeta da superfície de um filamento espesso e que pode se ligar a um local ativo de um filamento fino na presença de íons de cálcio.

ponte: a parte do metencéfalo anterior ao cerebelo.

poplítea: relativa à parte posterior do joelho.

posição anatômica: uma posição de referência anatômica; o corpo visto a partir da superfície anterior com as palmas das mãos voltadas para a frente.

posterior: em direção à parte de trás; dorsal.

potencial de ação: mudança propagada no potencial da membrana de células excitáveis, iniciada por uma alteração na permeabilidade da membrana aos íons de sódio.

potencial de membrana: diferença de potencial medida por meio de uma membrana plasmática e expressa em milivolts, que resulta da distribuição desigual de íons positivos e negativos através dessa membrana plasmática.

potencial de repouso: potencial de uma membrana celular normal sob condições homeostáticas.

pregas (rugas): dobras da mucosa de revestimento do estômago vazio que desaparecem quando ocorre a distensão gástrica; dobras na bexiga urinária.

pressão arterial: força exercida pelo sangue contra as paredes dos vasos, em virtude da pressão exercida pela contração cardíaca e pela elasticidade das paredes dos vasos; geralmente é medida a partir de uma artéria muscular: a pressão sistólica medida durante a sístole ventricular e a pressão diastólica durante a diástole ventricular.

pressão diastólica: pressão medida nas paredes de uma artéria muscular quando o ventrículo esquerdo está em diástole (relaxamento).

pressão hidrostática: pressão de um fluido.

pressão osmótica: força osmótica do movimento da água; a pressão que deve ser aplicada para evitar osmose através de uma membrana.

pressão sistólica: pico da pressão arterial medida durante a sístole ventricular.

processo coracoide: estrutura da escápula em forma de gancho que se projeta acima da superfície anterior da cápsula da articulação do ombro.

processo espinoso: projeção proeminente posterior de uma vértebra; formada pela fusão de duas lâminas.

processo xifoide: extensão inferior e delgada do esterno.

proenzima: enzima inativa secretada por uma célula epitelial glandular exócrina.

prófase: fase inicial da mitose; caracterizada pela visualização dos cromossomos, desagregação da membrana nuclear e formação do aparelho do fuso.

progestágenos: hormônios esteroides estruturalmente relacionados ao colesterol; a progesterona é um exemplo.

progesterona: o progestágeno mais importante secretado pelo corpo lúteo após a ovulação.

prognóstico: uma previsão sobre o possível curso ou resultado de uma doença específica.

prolactina: hormônio que estimula o desenvolvimento funcional das glândulas mamárias nas mulheres; secreção da adeno-hipófise (lobo anterior da glândula hipófise).

pronação: rotação do antebraço que faz a palma da mão posicionar-se posteriormente.

pronúcleos: núcleos de um óvulo ou espermatozoide aumentados que se formam após a fecundação, mas antes da fertilização ou fusão dos pronúcleos para formação do zigoto.
propagação contínua: a propagação de um potencial de ação ao longo de um axônio não mielinizado ou através da membrana plasmática de uma célula muscular, em que esse potencial de ação afeta cada porção da superfície da membrana.
propriocepção: a consciência das posições de ossos, articulações e músculos do prórpio corpo.
prosencéfalo: o cérebro.
prostaglandina: ácido graxo secretado por uma célula que altera as atividades metabólicas ou sensibilidades de células adjacentes; também chamada de *hormônio local*.
próstata: glândula acessória do sistema genital masculino; contribui com aproximadamente um terço do volume do sêmen.
protease: *veja* proteinase.
proteína MHC: antígeno de superfície que é importante no reconhecimento de antígenos exógenos e que desempenha papel na coordenação e na ativação da resposta imune; também chamada de *antígeno leucocitário humano (HLA)*.
proteína: grande polipeptídeo com uma estrutura complexa.
proteínas globulares: proteínas cuja estrutura terciária a torna arredondada e compacta.
proteinase: uma enzima que quebra as proteínas em peptídeos e aminoácidos.
proteoglicano: composto contendo um grande complexo polissacarídeo ligado a um eixo de proteína; exemplos incluem ácido hialurônico e sulfato de condroitina.
prótese: substituto artificial para uma parte do corpo.
próton: partícula fundamental de carga positiva.
protração: movimento para frente, anteriorizado no plano horizontal.
proximal: em direção à base de um órgão ou estrutura.
pseudópodes: extensões citoplasmáticas temporárias típicas de células móveis ou fagocíticas.
puberdade: período de rápido crescimento, maturação sexual e o aparecimento de características sexuais secundárias; ocorre normalmente entre as idades de 10 e 15 anos.
púbis: componente anterior, inferior do osso do quadril.
pulmões: par de órgãos responsáveis pela respiração, situado nas cavidades pleurais.
pupila: abertura no centro da íris através da qual a luz entra no olho.

Q

quarto ventrículo: ventrículo alongado da ponte, cerebelo e bulbo; o telhado contém uma região do plexo coroide.
queratina: componente proteico fibroso e resistente de unhas, cabelo, calos e da superfície tegumentar geral.
quiasma óptico: ponto de cruzamento dos nervos ópticos.
quilomícrons: gotículas relativamente grandes que podem conter triglicérides, fosfolipídios e colesterol em associação às proteínas; sintetizadas e liberadas pelas células intestinais e transportadas para o sangue venoso pelo sistema linfático.
quimiorrecepção: detecção de alterações nas concentrações de compostos dissolvidos ou gases.
quimiotaxia: atração de fagócitos para a fonte (local) de acúmulo de substâncias químicas anormais nos fluidos teciduais.

R

rafe: uma sutura.
reação de decomposição: a reação química que quebra uma molécula em fragmentos menores.
receptores de distensão: receptores sensoriais que respondem à distensão dos tecidos circundantes.
receptores externos: receptores sensoriais gerais em pele, membranas mucosas e órgãos especiais dos sentidos que fornecem informação sobre o ambiente externo e nossa posição relativa a ele.
receptores internos: receptores sensoriais de monitoramento das funções e *status* dos órgãos internos e sistemas.
rede: uma rede entrelaçada de vasos sanguíneos ou túbulos.
reflexo: resposta rápida e automática a um estímulo.
reflexo barorreceptor: mudança reflexa na atividade cardíaca em resposta às alterações na pressão sanguínea.
reflexo do seio carotídeo: alterações reflexas na pressão sanguínea que mantêm as pressões homeostáticas no seio carotídeo, estabilizando o fluxo de sangue para o cérebro.
reflexo enterogástrico: inibição reflexiva de secreção gástrica; iniciada com a chegada do quimo no intestino delgado.
reflexo flexor: contração reflexa dos músculos flexores de um membro em resposta a um estímulo doloroso.
região inguinal: a área da parede abdominal perto da junção do tronco com os membros inferiores, próxima à genitália externa; a virilha.
relaxina: hormônio que afrouxa a sínfise púbica; secretado pela placenta.
renal: pertencente aos rins.
renina: a enzima liberada pelas células do aparelho justaglomerular quando o fluxo de sangue renal cai; converte angiotensinogênio em angiotensina I.
repolarização: mudança do potencial da membrana para longe de um valor positivo em direção ao potencial de repouso.
reserva cardíaca: aumento percentual no débito cardíaco acima dos níveis de repouso.
resíduos nitrogenados: resíduos orgânicos de metabolismo que contêm nitrogênio, como ureia, ácido úrico e creatinina.
resistência periférica: resistência ao fluxo de sangue, causada principalmente pelo atrito com as paredes vasculares.
respiração: troca de gases entre as células e o meio ambiente; inclui ventilação pulmonar, respiração externa, respiração interna e respiração celular.
respiração externa: difusão de gases entre o ar alveolar e os capilares alveolares e entre os capilares sistêmicos e os tecidos adjacentes.
respiração interna: difusão de gases entre o fluido intersticial e o citoplasma.
resposta de coagulação: a série de eventos que resulta na formação de um coágulo.
retículo endoplasmático liso (REL): organela membranosa na qual lípidios e carboidratos são sintetizados e armazenados.
retículo endoplasmático rugoso (RER): organela membranosa, local de síntese e armazenamento de proteínas.
retículo endoplasmático: organela formada por uma rede de cisternas e canais membranosos no citoplasma de uma célula que funciona em transporte intracelular, síntese, armazenamento, empacotamento e secreção.
retina: a camada mais interna do olho que reveste a câmara vítrea; também chamada de *camada neural*.
retinal: um pigmento visual derivado da vitamina A.
reto: os 15 centímetros inferiores do trato digestório.
retração: movimento em direção posterior no plano horizontal.
retroperitoneal: atrás ou fora da cavidade peritoneal.
reumatismo: uma condição caracterizada por dor em músculos, tendões, ossos ou articulações.
reverberação: *feedback* positivo ao longo de uma cadeia de neurônios de tal forma que, se estimulados, eles permanecem ativos.
ribose: açúcar de cinco carbonos que é um componente estrutural do RNA.
ribossomo: uma organela que contém RNAr e proteínas, essencial para a tradução do RNAm e síntese de proteínas.
rim: órgão do sistema urinário; órgão regulador da composição do plasma, incluindo a excreção de resíduos e a manutenção de quantidade normal de fluidos e do equilíbrio eletrolítico.
RNA mensageiro (RNAm): RNA formado na transcrição para a síntese de proteínas e no citoplasma.
rodopsina: pigmento visual nos discos membranosos dos segmentos externos dos bastonetes.

S

saco alveolar: câmara do pulmão na qual se abrem vários alvéolos.
saco nasolacrimal: câmara que recebe lágrima dos ductos lacrimais.
sáculo: parte do aparelho vestibular da orelha interna; contém uma mácula sensível às alterações nos movimentos verticais e gravidade.
sais biliares: derivados de esteroides da bile; responsáveis pela emulsificação de lipídios ingeridos.
sal: composto inorgânico que consiste em um cátion, exceto H^+, e um ânion, exceto OH^-.
sarcômero: a menor unidade contrátil de uma célula muscular estriada.
sarcoplasma: citoplasma de uma célula muscular.
secreção apócrina: um modo de secreção no qual a célula glandular lança porções do seu citoplasma juntamente com a secreção.
secreção sebácea: secreção lipídica que reveste as superfícies dos pelos.
secreção serosa: secreção aquosa que contém elevadas concentrações de enzimas.
secretina: hormônio secretado pelo duodeno, que estimula a produção de bicarbonato pelo pâncreas e inibe a acidez do quimo.
seio: câmara ou espaço vazio em um tecido; uma veia grande, dilatada.
seio carotídeo: porção dilatada na base da artéria carótida interna, cujas paredes contêm barorreceptores sensíveis às alterações da pressão sanguínea.
seio mastoide: espaços repletos de ar no processo mastoide do osso temporal.
seio maxilar: um dos seios paranasais; câmara cheia de ar revestida por um epitélio respiratório que está localizado na maxila e se abre para a cavidade nasal.
seios paranasais: câmaras ósseas, revestidas por epitélio respiratório, que se abrem para dentro da cavidade nasal; os seios frontal, etmoidal, esfenoidal e maxilar.
sêmen: fluido ejaculado que contém os espermatozoides e as secreções das glândulas acessórias do sistema genital masculino.
senescência: envelhecimento.
septos: divisórias que subdividem um órgão.
sinal: evidência objetiva da presença de uma doença.
sinapse: local de contato entre uma célula nervosa e algumas outras células; se a outra célula não

é um neurônio, o termo *junção neuromuscular* ou *neuroglandular* é frequentemente utilizado.

sincício: massa multinucleada de citoplasma, produzida pela fusão de células ou mitoses repetidas sem citocinese.

síndrome: conjunto de sinais e sintomas distintos que ocorrem em conjunto.

síndrome de Down: anormalidade genética (cromossômica) resultante da presença de três cópias do cromossomo 21; os indivíduos com esta condição apresentam características físicas e intelectuais típicas.

sinérgico: músculo que auxilia um motor principal na realização de sua ação.

sínfise púbica: a anfiartrose fibrocartilaginosa entre os ossos púbicos dos ossos do quadril.

sínfise: anfiartrose fibrosa, como a existente entre vértebras adjacentes ou entre os ossos púbicos dos ossos do quadril.

síntese: fabricação; anabolismo.

sintoma: anormalidade funcional resultante de uma doença; experiência subjetiva do paciente.

sistema: grupo de órgãos integrados que realiza uma ou mais funções específicas.

sistema de ativação reticular (SAR): porção mesencefálica da formação reticular; responsável por excitação e manutenção de consciência.

sistema circulatório: rede de vasos sanguíneos e vasos linfáticos que facilitam a distribuição e a circulação de fluido extracelular.

sistema de transporte de elétrons (STE): sistema citocromo responsável pela produção de energia aeróbica em células; estrutura complexa da membrana mitocondrial interna.

sistema digestório: trato digestório e glândulas associadas.

sistema endócrino: glândulas endócrinas/órgãos do corpo.

sistema límbico: grupo de núcleos e centros no cérebro e no diencéfalo que estão envolvidos com estados emocionais, memórias e condutas comportamentais.

sistema nervoso autônomo (SNA): centros, núcleos, tratos, gânglios e nervos envolvidos na regulação inconsciente das funções viscerais; inclui componentes do sistema nervoso central e do sistema nervoso periférico.

sistema nervoso central (SNC): o encéfalo e a medula espinal.

sistema nervoso periférico (SNP): todo o tecido neural fora do sistema nervoso central.

sistema nervoso somático (SNS): divisão eferente do sistema nervoso que inerva músculos esqueléticos.

sistema porta-hipofisário: rede de vasos que transporta o sangue dos capilares do hipotálamo para os capilares no lobo anterior da glândula hipófise.

sistema tampão: grupo de substâncias cuja interação impede o aumento ou a diminuição no pH dos fluidos corporais; inclui o sistema tampão ácido carbônico-bicarbonato, o sistema tampão fosfato e o sistema tampão proteína.

sístole: período de contração, como parte do ciclo cardíaco, de uma das câmaras do coração.

solução: fluido contendo materiais dissolvidos.

soluto: quaisquer materiais dissolvidos em uma solução.

somação: adição temporal ou espacial de força contrátil ou estímulos neurais.

somática: pertencente ao corpo.

somatomedinas: compostos que estimulam o crescimento de tecidos; liberados pelo fígado após a secreção do hormônio do crescimento; também chamado de *fator de crescimento semelhante à insulina*.

soro: líquido que se separa do coágulo sanguíneo, semelhante ao plasma, porém sem as proteínas que participam da coagulação.

subclávia: pertencente à região imediatamente posterior e inferior à clavícula.

submucosa: camada de tecido conjuntivo entre a muscular da mucosa e a camada muscular.

substância branca: regiões no sistema nervoso central formadas por axônios mielinizados, sem corpos celulares de neurônios.

substrato: participante (produto ou reagente) em uma reação catalisada por enzima.

suco pancreático: mistura de tampões e enzimas digestivas, descarregada no duodeno em resposta à estimulação das enzimas secretina e colecistoquinina.

sulco: ranhura.

sulfato de condroitina: proteoglicano predominante na cartilagem responsável pela consistência gelatinosa da matriz.

superfície oclusal: as superfícies opostas dos dentes que entram em contato ao mastigar os alimentos.

superior: acima, em referência a uma parte do corpo na posição anatômica.

supina: posição em que o indivíduo encontra-se deitado de face para cima, com as palmas voltadas anteriormente.

supinação: rotação do antebraço de tal modo que a palma fica voltada anteriormente.

surfactante: secreção lipídica que recobre as superfícies alveolares dos pulmões e impede o seu colapso.

sutura lambdoide: a sinartrose entre os ossos parietal e occipital do crânio.

sutura: articulação fibrosa entre os ossos chatos do crânio.

T

tálamo: parte do diencéfalo.

tampão: composto que estabiliza o pH de uma solução pela remoção ou liberação de íons hidrogênio.

tamponamento cardíaco: uma compressão do coração decorrente do acúmulo de fluido na cavidade pericárdica.

tarso: tornozelo.

tátil: relativo ao sentido do tato.

taxa de filtração glomerular: a taxa de formação de filtrado no glomérulo.

tecido: conjunto de células especializadas e produtos de células que executa uma função específica.

tecido adiposo: tecido conjuntivo frouxo formado pelos adipócitos.

tecido areolar: tecido conjuntivo frouxo.

tecido cavernoso: tecido erétil que pode ficar carregado de sangue; localizado no pênis (do sexo masculino) e no clitóris (sexo feminino).

tecido cicatricial: tecido conjuntivo denso rico em colágeno espesso que se forma no local de uma lesão.

tecido conjuntivo: um dos quatro tipos primários de tecido; fornece suporte estrutural que estabiliza as posições relativas dos outros tipos de tecidos; inclui tecido conjuntivo propriamente dito, cartilagem, osso e sangue; contém fibras proteicas, células e substância fundamental.

tecido conjuntivo frouxo: tecido conjuntivo organizado frouxamente, facilmente moldável e que contém diversos tipos de fibras, população variada de células e substância fundamental coloidal.

tecido linfoide associado à mucosa (MALT): a extensa coleção de tecido linfoide agregada às mucosas e às submucosas dos tratos digestório, respiratório, urinário e genital.

tecido muscular esquelético: tecido contrátil formado pelas fibras musculares esqueléticas; caracterizado como músculo estriado voluntário.

tecido muscular liso: tecido muscular encontrado nas paredes de muitos órgãos viscerais; caracterizado como não estriado e de contração involuntária.

tecido muscular: tecido caracterizado pela presença de células com capacidade de contração; inclui tecidos muscular esquelético, cardíaco e liso.

tecido ósseo: forte tecido conjuntivo que contém células especializadas e uma matriz mineralizada com cristais de fosfato de cálcio e de carbonato de cálcio; também chamado de *osso*.

tegumento: a pele.

telodendros: ramificações do axônio que acabam em terminais sinápticos.

telófase: fase final da mitose, caracterizada pelo desaparecimento das fibras fuso, reaparecimento da membrana nuclear, desaparecimento dos cromossomos e finalização da citocinese.

temporal: relativo ao tempo (soma temporal) ou às temporas (ossos temporais).

tendão: faixa de tecido conjuntivo denso modelado que liga um músculo esquelético a uma estrutura esquelética.

tendão calcâneo: tendão grande que se insere no osso calcâneo; tensão sobre esse tendão produz flexão plantar do pé; também chamado de *tendão de Aquiles*.

teoria do filamento deslizante: conceito de que um sarcômero encurta à medida que filamentos grossos e finos deslizam uns sobre os outros.

terapia: o tratamento de uma doença.

teres: estrutura arredondada e alongada.

terminal: em direção ao final, à extremidade.

termorrecepção: sensibilidade às mudanças de temperatura.

termorregulação: manutenção homeostática da temperatura do corpo.

testículos: gônadas masculinas, locais de produção de gametas e secreção hormonal.

testosterona: principal androgênico produzido pelas células intersticiais dos testículos.

tetraiodotironina: T_4, ou tiroxina, um dos hormônios tireoidianos.

timina: uma das bases nitrogenadas do ácido nucleico DNA.

timo: órgão linfoide, local de formação da célula T.

timosinas: hormônios do timo essenciais para o desenvolvimento e a diferenciação de células T.

tireoglobulina: globulina de transporte circulante que liga hormônios da tireoide.

tiroxina: hormônio da tireoide; também chamado T_4 ou *tetraiodotironina*.

tonsila: órgão linfoide da faringe: tonsilas palatina, faríngea e lingual.

tópica: aplicada à superfície do corpo.

tórax: o peito.

tóxico: venenoso.

trabécula: uma parte do tecido conjuntivo que subdivide um órgão.

trato tectospinal: trato descendente da via medial que leva comandos motores involuntários emitidos pelos colículos.

tradução: processo de formação de peptídeos a partir das instruções carregadas por uma cadeia de RNA mensageiro.

transcrição: a passagem das informações genéticas para uma cadeia de RNA mensageiro.

transecção: a divisão ou corte de um objeto no plano transversal.

transporte ativo: o ATP – absorção dependente ou secreção de solutos através de uma membrana plasmática.

transudato: fluido que se difunde através de uma membrana serosa e lubrifica suas superfícies.
traqueia: órgão tubular que permite a passagem de ar que se estende da laringe até os brônquios principais.
trato: conjunto de axônios no sistema nervoso central
trato ascendente: trato de fibras nervosas que leva informação da medula espinal ao cérebro.
trato digestório: uma passagem interna que se inicia na boca, termina no ânus e é revestida por uma membrana mucosa; também chamado de *trato gastrointestinal*.
trato gastrointestinal (GI): *ver* trato digestório.
trato óptico: o trato pelo qual os impulsos nervosos da retina são transmitidos do quiasma óptico para o tálamo.
tratos corticospinais: tratos descendentes que carregam os comandos motores a partir do córtex cerebral para a substância cinzenta dos cornos anteriores da medula espinal.
trifosfato de adenosina (ATP): um nucleotídeo que consiste em adenosina ligada a três grupos fosfato; a ligação do terceiro fosfato é de alta energia.
triglicérides: lipídio composto por uma molécula de glicerol ligada a três ácidos graxos.
trígono anal: triângulo posterior do períneo.
troca de contracorrente: transferência de calor, água ou solutos entre dois fluidos que viajam em direções opostas.
trocanter: grande tuberosidade do fêmur.
tróclea: uma polia; processo articular semelhante a uma roda ou que atua como roldana.
trombina: a enzima que converte fibrinogênio em fibrina.
tronco cerebral: porção do encéfalo retirando-se o cérebro, o diencéfalo e o cerebelo.
tronco: compreende as regiões torácicas e abdominais pélvicas; também pode referir-se a um grande ramo arterial.
tuba auditiva: órgão tubular que liga a nasofaringe à cavidade da orelha média médio.
tubérculo: pequena elevação localizada em um superfície óssea.
tuberosidade: elevação grande, arredondada e áspera em uma superfície óssea.
túbulo contorcido (contornado) distal (TCD): a parte do néfron mais próxima do túbulo conector e do ducto coletor; um local importante de reabsorção ativa.
túbulo contorcido proximal (TCP): parte do néfron situada entre a cápsula glomerular e a alça do néfron (de Henle); o principal local de reabsorção ativa de filtrado.
túbulos seminíferos: túbulos enrolados nos quais ocorre a produção de espermatozoides.
túbulos T: *veja* túbulos transversais.
túbulos transversais: extensões tubulares do sarcolema que se estendem profundamente no sarcoplasma, contatando as membranas do retículo sarcoplasmático; também chamados de *túbulos T*.
tumor: uma massa de tecido formada por crescimento e replicação anormais das células.
tumor maligno: uma forma de câncer caracterizado pelo rápido crescimento celular e a proliferação de células cancerígenas por todo o corpo.
túnica: camada ou cobertura de um órgão ou estrutura.
túnica muscular: camadas concêntricas de músculo liso no intestino, responsável pelo peristaltismo.
***turnover* metabólico:** a quebra contínua e a substituição de materiais orgânicos dentro das células.

U

umbigo: cicatriz umbilical.
unha: estrutura de queratina produzida por células epiteliais da raiz da unha ou ungueal.
unidade motora: todas as células musculares controladas por um único neurônio motor.
uracila: uma das bases nitrogenadas dos nucleotídeos do RNA.
ureter: órgão tubulomuscular revestido por epitélio transicional, que conduz urina da pelve renal à bexiga urinária.
uretra: tubo muscular que transporta a urina da bexiga urinária para o exterior do corpo.
útero: órgão muscular do sistema genital feminino, no qual ocorrem implantação do embrião, formação da placenta e desenvolvimento fetal.
utrículo: câmara membranácea do labirinto membranáceo da orelha interna; contém uma mácula sensível às alterações nos movimentos horizontais e da gravidade.

V

vagina: tubo muscular que se estende do útero até a vulva.
valva atrioventricular (AV): valva composta de válvulas que impedem o refluxo sanguíneo para os átrios durante a sístole ventricular.
válvula bicúspide: valva atrioventricular esquerda (AV), também chamada de *valva mitral*.
válvula semilunar: valva de três válvulas que guarda a saída de um dos ventrículos do coração; as valvas pulmonar e aórtica.
válvula mitral: *veja* válvula bicúspide.
válvula tricúspide: válvula atrioventricular direita, que impede que o refluxo de sangue para o átrio direito durante a sístole ventricular.
vascular: referente aos vasos sanguíneos.
vasoconstrição: uma redução no diâmetro das arteríolas decorrente da contração dos músculos lisos na túnica média; eleva a resistência periférica; pode ocorrer em resposta aos fatores locais pela ação de hormônios ou a partir da estimulação do centro vasomotor.
vasodilatação: aumento no diâmetro das arteríolas em razão do relaxamento da musculatura lisa da túnica média; reduz a resistência periférica; pode ocorrer em resposta aos fatores locais, pela ação de hormônios ou após a diminuição da estimulação do centro vasomotor.
vasomotilidade: mudanças rítmicas no diâmetro dos vasos por ação dos esfíncteres pré-capilares, resultando em mudanças no padrão do fluxo sanguíneo através do leito capilar.
vasos linfáticos: vasos do sistema linfático.
veia cava inferior: a veia que leva o sangue das partes inferiores do corpo para o átrio direito do coração.
veia cava superior (VCS): a veia que transporta sangue da cabeça e membros superiores para o átrio direito do coração.
veia cava: veias que transporta sangue sistêmico para o átrio direito; veias cavas superior e inferior.
veia porta: o vaso que leva o sangue do intestino e os sinusoides do fígado.
veia: vaso que transporta sangue de um leito capilar ao coração.
ventilação: movimento de ar para dentro e fora dos pulmões.
ventilação pulmonar: a circulação do ar para dentro e para fora dos pulmões.
ventral: anterior, em direção ao ventre.
ventre: o estômago; o corpo de um músculo esquelético.
ventrículo lateral: uma câmara cheia de líquido cefalorraquidiano dentro de um hemisfério cerebral.
ventrículo: câmara cheia de fluido; no coração, uma das grandes câmaras que descarrega sangue para dentro dos circuitos pulmonares ou sistêmicos: no cérebro, uma das quatro câmaras preenchidas pelo líquido cerebrospinal.
vênula: veias com paredes finas e diâmetro de até 0,1 mm, que recebem sangue dos capilares.
vesícula: um saco membranoso no citoplasma de uma célula.
vesícula biliar: órgão em forma de pera, reservatório para a bile depois que ela é secretada pelo fígado.
via extrínseca: uma via de coagulação que começa com danos aos vasos sanguíneos ou tecidos circundantes e termina com a formação de tromboplastina pelos tecidos lesados.
via intrínseca: via do sistema de coagulação que começa com a ativação das plaquetas e termina com a formação de tromboplastina.
vilo/vilosidades: uma projeção delgada de uma membrana mucosa, em forma de um dedo.
virilha: a região inguinal.
vírus: patógeno acelular.
vírus da imunodeficiência humana (HIV): agente infeccioso que causa a síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS).
víscera: órgãos localizados em uma das cavidades corporais, principalmente o abdome da cavidade ventral do corpo.
visceral: pertencente à víscera ou ao seu revestimento superficial.
viscosidade: resistência que um fluido apresenta ao escoamento, ocasionada pelo movimento relativo entre suas partes; atrito que ocorre no interior de um fluido.
viscoso: espesso, denso (como um xarope).
vitamina: nutriente orgânico essencial que pode atuar como uma coenzima em reações enzimáticas vitais.
volume corrente: o volume de ar movido para dentro e para fora dos pulmões durante um ciclo respiratório completo e normal.
voluntário: controlado por processos do pensamento consciente.
vulva: a genitália externa feminina.

Z

zigoto: óvulo fertilizado, antes do início da clivagem.

ÍNDICE

A

abaulamento de disco intervertebral, 195
abdução (movimento), 231
na articulação da coxa, 241
na articulação do hálux, 233
na articulação do ombro, 240
na articulação do polegar, 231
na articulação do punho, 242, 243
abertura mediana do quarto ventrículo, 273
aberturas (lateral/medial) do quarto ventrículo, 273
aberturas laterais do quarto ventrículo, 273
absorção, 527
absorção de nutrientes, 562
no intestino delgado, 538-539, 565
ACE (enzima conversora da angiotensina), 458
aceleração linear, equilíbrio, 330, 331, 333
acetábulo, 183
cabeça do fêmur, 186
relação com a pelve, 184
acetato, 560
acetil-CoA, 560
acetilcolina (ACh), 210-211, 266, 308
botulismo, 225
contração muscular, 210-211, 217
divisão parassimpática, 309
divisão simpática, 308
estrutura química/funções, 266
impulsos nervosos, 259, 266-267
acetilcolinesterase (AChE), 210-211, 267
ACh. *Veja* **acetilcolina**
acidemia, 622
acidentes ósseos (características da superfície dos ossos), 147
do crânio, 147, 164-166
do fêmur/úmero/pelve, 147
ácido ascórbico (vitamin C), 572
ácido carbônico (H2CO3), 45, 511, 623
ácido clorídrico (HCL), 45
gastrina, 545
secretado pelas células parietais, 537
ácido desoxirribonucleico (DNA), 58. *Veja também* **DNA**
ácido lático, 222-223
ácido láurico, 50, 51
ácido linoleico, 568
ácido pantotênico (vitamina B5), 572
ácido ribonucleico (RNA). *Veja* **RNA**
ácido úrico, 387, 578, 599
ácidos, 45, 623
como compostos inorgânicos, 47
forte *vs.* fraco, 45
ácidos graxos, 50-51
digestão, 568-569
essenciais, 568
hormônio do crescimento, 367
metabolismo celular, 562, 563
metabolismo, 568-569, 571
vias anabólicas, 562-563, 571
ácidos graxos essenciais, 568
ácidos graxos insaturados, 50, 51
ácidos graxos monoinsaturados, 50
ácidos graxos poli-insaturados, 50
ácidos graxos saturados, 50, 51
ácidos nucleicos, 58-59
catabolismo, 565
compostos, 57
fósforo, 29
grupos orgânicos funcionais nitrogênio,29
acidose metabólica, 626
acidose respiratória, 626
acidose, 44, 622
ácinos pancreáticos, 374
ações muscular, 228
acomodação (visual), 344
acondroplasia, 156
acromegalia, 157
acrômio, 17, 178-179
acrossomo, 635
ACTH (hormônio adrenocorticotrófico/ corticotrofina), 366
secreção de glicocorticoide, 373
actina, 208
contração muscular, 69, 214-215
filamentos espessos, 69, 208, 212
filamentos finos, 208, 212
microfilamentos do citoesqueleto, 69
açúcar de malte. *Veja* **maltose**
açúcar de mesa. *Veja* **sacarose**
açúcares simples (monossacarídeos), 48
comparação do DNA com RNA, 59
metabolismo, 566-567
reserva de nutrientes, 559, 562-563
açúcares, simples (monossacarídeos), 48
Atividades metabólicas, 566-567
DNA e RNA, comparação, 59
reservatório de nutrientes, 559, 562-563
AD (Doença de Alzheimer), 305
adaptação (à estímulos), 321
corpúsculo de Ruffini, 321
corpúsculos táteis, 321
adenina (A), 58-59
código genético, e síntese de proteína, 76-77
na formação de ATP, 57
adenoide (tonsila faríngea), 474
adenosina, 57
ADH/vasopressina, 367. *Veja também* **hormônio antidiurético**
adipócitos (células de gordura), 106, 107, 307
da hipoderme, 128
hormônio do crescimento, 367
metabolismo celular, 562-563
mudanças na distribuição relacionadas à idade, 137
adolescência (fase da vida), 675. *Veja também* **puberdade**
ADP (difosfato de adenosina), 57
ciclo do ácido cítrico, 560-561
na contração muscular, 214-215
na fosforilação oxidativa, 561
na produção ATP, 57, 222-223
adução (movimento), 231
músculos da mão, 242
músculos do cíngulo do membro superior, 241
na articulação do ombro, 240, 241
na articulação do polegar,231
na articulação do punho, 242, 243
na articulação do quadril, 244
nas articulações dos dedos da mão, 231
adventícia, 532
AFP (alfafetoproteína), 683
afunilamento lombar, 282
aglutinação de células sanguíneas, 390, 391
aglutinação de glóbulos vermelhos, 390, 488
água (H2O), 41-43
compostos inorgânicos, 47, 62
condensação, 39
difusão, 85, 86-87, 88
equilíbrio de fluidos, 615, 617
hidrogênio, 29
hidrólise, 38, 41
ligações químicas, 33
osmose, 87, 88
oxigênio, 29
permeabilidade hídrica das células, 85
pH da, 44
pinocitose, 89
porcentagem do peso corporal total, 41
processo de dissociação, 42-43
processo de ionização, 45, 61
queratina, 123
reações de decomposição, 38
síntese de desidratação, 39, 41
solubilidade de lipídios, 50
água reabsorvida, 602-603, 604-605
AIDS (síndrome da imunodeficiência adquirida), 491
alanina (ala), 54
fase aguda de resposta ao estresse, 378
alantoide, 665
alavancas/alavancagem, ação dos ossos, 145
albuminas, 387
alça do nefrônica, 594, 597, 600, 604-605
alça/mecanismo de feedback positivo, 13
na coagulação do sangue, 13
trabalho de parto, 672-673
vs. mecanismos de feedback negativo, 12
homeostase, 11, 12
alcalemia, 622
alcalose, 44, 622
alcalose metabólica, 627
alcalose respiratória, 627
aldosterona, 373
em resposta ao estresse, 379
equilíbrio do sódio, 618-619
na função renal, 604-605
pressão sanguínea/regulação do volume, 458
alelos (gene), 680
alelos/genes recessivos, 680
alergenos, 489
alergias, 489
alergias, 489, 490
alfa-amilase pancreática, 551
alfafetoproteína (AFP), 683
alimentação
atividades de digestão (fluxograma), 544-545
controle do apetite no encéfalo, 576
diretrizes alimentares, 574-575
grupos de alimentos básicos/efeitos sobre a saúde, 574-575
mastigação, 529
metabolismo, 565-571. *Veja também* **metabolismo**
músculos faciais utilizados na, 236-237
nutrientes, 565. *Veja também* **nutrientes**
peristaltico/segmentação, 524-525
processo digestório (passos), 565
reservatório de nutrientes, 559-563
alumínio, 29
alvéolo
epitélio simples pavimentoso, 98
surfactante, 503
trocas gasosas, 411, 497, 502-503, 505
ventilação, 505
alvéolo (sacos de ar), 411, 497, 502
alvéolo (secretor) das glândulas mamárias, 649
alvéolo do dente, 530
alvéolos secretores, 649
amidos, 49
amilase salivar, 548, 566
aminoácidos essenciais, 571
aminoácidos, 54-55
compostos orgânicos, 60
digestão, 570, 571
essencial *vs.* não essencial, 571
formação de proteínas, 54-55
hormônios derivados, 360
metabolismo celular, 562, 564, 571
metabolismo, 571
na urina, 599
no plasma, 599
reserva de nutrientes, 559, 562-563
síntese, 571
vias anabólicas, 562-563, 571
vias catabólicas, 562-563
âmnio, 662, 664, 666
amniocêntese, 683
amônia (caseira), pH, 44
amônia, no plasma, na urina, 599
AMP (monofosfato de adenosina), 57
AMP-cíclico (c-AMP), 362
amplitude de movimento (ADM), 191, 194
amplitude de som, 336-337
ampola da tuba uterina, 646
ampola do ducto deferente, 637
ampola dos ductos semicirculares, 332
ampola hepatopancreática, 550, 551
anabolismo, 39, 559
energia requerida para, 39
vs. catabolismo, 38, 39, 559
anáfase, fase da mitose, 81
anafilaxia, 489
análise de fluido, 683
anastomose arterial, 407
anastomose arteriovenosa, 407
anastomoses
arterial, 407
arteriovenosa, 407
círculo arterial cerebral, 418
coronárias, 438
do pé, 424
gástrica, 422
oclusões, 410
anatomia
geral, 4
macroscópica, 4
microscópica, 4
estudo de níveis de organização,7
relação com a fisiologia, 6
regional, 16-17
superfície/superficial, 16-17
tópicos estudados, 4
introdução à, 2-25
anatomia de superfície (superficial)
acidentes ósseos/características de superfície dos ossos, 147
anatomia regional, 16-17
do cérebro, 274-275
do crânio, 147, 164-166
do fêmur/úmero/pélvis, 147
terminologia regional, 16-17
termos direcionais, 18
andrógenos (hormônios sexuais), 366, 373
estimula à produção de glóbulos vermelhos, 386
estrogênio, 52, 642. *Veja também* estrógeno
feminino, 642
hormônio esteroide, 360
hormônio folículo-estimulante FSH, 366, 636, 642, 677
hormônio luteinizante LH, 366, 636, 677
lipídio esteroide, 52
masculino, 636
mudanças na secreção relacionadas à idade, 137
testosterona, 52, 366, 636, 676
anemia falciforme, 400
anemia perniciosa, 400
anemias, 400
eritropoetina, 397
anexos intercelulares do epitélio, 96-97
anfiartrose, 191
angiografia por subtração digital (DSA), 442
angioplastia com balão, 406
angiotensina II, 458
ângulo púbico, no sexo feminino vs. masculino, 185
ângulos da escápula, 179
ânions (ions negativos), 31
anotação química para descrição 36
corrente elétrica, 31, 42
ligações iônicas, 32
anorexia nervosa, 577
anoxia, 505
ANP (peptídeo natriurético atrial), 459, 619
antebraço (região do antebraço), 16
articulação do úmero, 180, 181
articulação, 6, 180, 181
drenagem venosa, 413, 415, 421
inervação, 282, 296, 297
irrigação, 412, 414
ossos, 6, 146, 181
anticódons, 77
anticorpos (imunoglobulinas/Ig), 387, 390-391, 486-487
alergias, 489
classes, 487
complexo antígeno-anticorpo, 486

doenças autoimunes, 490-491
estrutura, 486
imunidade específica, 483, 486-487
maternal, 483
mecânismos de ação, 488
plasmócitos, 106, 485
resposta imune, 484-485
resposta primária, 487
resposta secundária, 487
transporte sanguíneo, 385
anticorpos anti-A/B/Rh
anticorpos IgM, 487
tipagem sanguínea, 390, 391
anticorpos anti-Rh RhoGam, 393
anticorpos IgA, 487
anticorpos IgD, 487
anticorpos IgE, 487
anticorpos IgG, 487
anticorpos IgM, 487
antígeno de superfície do Rh, 391
doença hemolítica do recém-nascido, 392-393
antígeno prostático especifico (PSA), 639
antígenos, 390-391, 472
alergias, 489
complexo antígeno-anticorpo, 486
defesas específicas contra, 483, 484-485
resposta imune, 483, 484-485
antígenos de superfície, 390
antioxidantes, melatonina, 376
antro pilórico, 535
antro, 645
anúria, 603
ânus, 521, 527
aorta, 414
abdominal, 420
alterações da pressão interna, 322
barorreceptores, 322
parte ascendente da, 4, 411, 412, 414
parte descendente da, 4, 411, 412, 414, 420, 543
torácica, 420
válvula de pressão sanguínea, 5
aparelho lacrimal, 339
aparelho vestibular, 331
APCs (células apresentadoras de antígenos), 484-485
apêndice, 17, 467, 542
apêndices adiposos, 543
apendicite, 542
ápice do coração, 433, 436
ápice do sacro, 175
aponeurose/aponeuroses, 206
couro cabeludo, 236-237
tecido conjuntivo encontrado no, 107
apoptose, 78
apresentação de antígenos, 484-485
aquaporinas, 603
aqueduto cerebral, 271
relação com o córtex cerebral,275
relação com o liquido cerebrospinal, 273
ar
ciclo respiratório, 509
mudanças de pressão durante a respiração, 506-507
processo de difusão, 86
volume/capacidade, 509
aracnoide-máter
craniana, 272
espinal, 284, 285
arco da aorta, 411, 412, 414, 420
ramos, 414
relação com as câmaras cardíacas, 437
relação com os vasos sanguíneos coronários, 438-439
arco dorsal do pé, 424
arco longitudinal do pé, 189
arco plantar do pé, 412, 424
arco transverso do pé, 189
arco venoso dorsal, 413, 425
arco venoso plantar, 425
arco vertebral, 171
de vértebras cervicais, 172
arco zigomático (maçã do rosto), 165
arcos do pé, 189
arcos palatofaríngeo, 529
arcos palmares, 412, 413
artérias, 412, 414
profundos, 414, 415
veias, 413, 415
arcos reflexos viscerais, 307
arcos reflexos, 300
área de associação auditiva, 276
área de associação motora somática, 276
área de associação sensitiva somática, 276
área de associação visual, 276
área de broca (centro da fala), 276
área interpretativa geral, 276
área motora da fala do córtex cerebral, 276
áreas de associação do córtex cerebral, 276
áreas de associação motora, 276
áreas de associação somáticas, motora/sensitiva, 276
aréola, 649
armazenamento de energia
diglicerídeos, 51
glicogênio, 49
no tecido adiposo da hipoderme, 128
armazenamento de memória e recuperação
córtex cerebral, 270, 276
distúrbios, 305
hipocampo, 257
interneurônios, 261
olfatório, 326
sistema límbico, 278
arritmias cardíacas, 461
artéria axilar, 412, 414, 416
artéria basilar, 416, 418
artéria braquial (profunda/superficial), 412, 414
artéria central da retina, 346
artéria cerebelar, 418
artéria circunflexa, 438
artéria do joelho, 424
artéria dorsal do pé, 412, 424
artéria epifisária, do úmero, 149
artéria esplênica, 422
artéria facial, 416
artéria femoral, 412, 424
artéria femoral profunda, 412
artéria fibular, 412, 424
artéria hepática comum, 422
artéria lingual, 416
artéria maxilar, 416
artéria occipital, 416
artéria oftálmica, 418
artéria poplítea, 412, 424
artéria radial, 412, 414
artéria renal, 412, 420, 596
artéria subclávia (esquerda/direita), 412, 414, 416
artéria suprarrenal, 420
artéria temporal (superficial), 416
artéria torácica interna, 414, 420
artéria ulnar, 412, 414
artéria vaginal, 648
artéria vertebral, 172, 412, 414, 416, 418
artérias, 385, 403, 404-405
angioplastia com balão, 406
arteriosclerose, 406
camadas (túnicas) de, 404-405
coronária, 438
da pele, 123
distribuição do volume de sangue, 409
do circuito pulmonar, 411
do circuito sistêmico, 410-411
do plexo cutâneo, 123
dos nervos espinais, 292
dos ossos, 151
funções das, 385
pressão sanguínea, 5, 453, 454
pulmonar, 403, 411
vs. veias, 404-405
artérias arqueadas, 596
artérias brônquiais, 420
árvore brônquica, 500
artérias carótidas (comum/externa/interna), 412, 414, 416, 418
canal carótido, 165, 416
relação com a glândula tireoide, 368
artérias cerebrais (anterior/média/posterior), 418
artérias colaterais ulnares, 414
artérias colaterais, 407
ramos colaterais dos axônios, 256
artérias comunicantes (anteriores/posteriores), 418
artérias coronárias (esquerda/direita), 438
circunflexo, 438
interventricular, 438
marginal, 438
artérias digitais, 412, 414
artérias do esôfago, 420
artérias do mediastino, 420
artérias elásticas, 405
artérias frênicas, 420
artérias gonadais, 412, 420
artérias ilíacas (comum/externa/interna), 412, 420, 424
artérias intercostais, 420
artérias interlobares, 596
artérias interlobulares, 596
artérias interventriculares (anteriores/posteriores), 438
artérias lombares, 412, 420
artérias marginais, 438
artérias mesentéricas (inferiores / superiores), 420, 422, 522, 543
artérias musculares, 405
artérias ovarianas (gonadais), 412, 420, 643
artérias pulmonares (esquerda/direita), 403, 411
redes capilares alveolares, 502-503
relação com as câmaras cardíacas, 437
artérias segmentares, 596
artérias sistêmicas, 403, 404-405, 412-424
artérias testiculares (gonadais), 412, 420
artérias tibiais (anteriores/posteriores), 412, 424
artérias umbilicais, 666
arteríolas, 405
dos ossos, 152
leitos capilares, 407, 454
pulmonar, 411
arteríolas aferentes, 596, 601
arteríolas eferentes, 597, 601
arteríolas pulmonares, 411
arteriosclerose, 406
articulação acromioclavicular, 194
articulação carpometacarpal, 194
articulação cilíndrica, 194
cotovelo, 272
articulação do cotovelo, 6, 228
amplitude de movimento, 272
articulação sinovial cilíndrica, 194
estrutura/função, 6
extensão, 230, 242
flexão, 228, 243
fossa radial, 181
ligamentos de reforço, 302
luxação, 193
músculos, 234-235, 242-243
ossos, 180, 272
região cubital, 16
região olecrano, 17, 181
testes de reflexos, 303
articulação do joelho, 193
amplitude de movimento, 193, 194
articulação sinovial cilíndrica, 194
articulações, 193
drenagem venosa, 425
fêmur, 186, 193
fibrocartilagem, 109, 193
irrigação, 424
músculos extensores, 245
músculos flexores, 244
patela, 186
posterior (região poplítea), 17
testes reflexos, 303
articulação do ombro
ação dos músculos, 240, 241, 242, 243
cartilagem hialina, 109
articulação do punho, movimentos, 243
articulação do quadril
articulação sinovial esferóidea, 194
fêmur, 186
articulação do tornozelo
dorsiflexão, 230, 247
articulação elipsóidea, 194
articulação esferóidea, 194
articulação esternoclavicular, 194
articulação metacarpofalângica, 194
articulação metatarsofalângica, 194
articulação plana, 194
articulação rádiulnar distal 181
articulação radiocarpal, 194
articulação radiulnar proximal, 181
articulação sinovial trocóidea, 194
flexão no cotovelo, 243
articulação selar, 194
articulação sinovial
cilíndrica, 194
flexão plantar, 230
maléolos e estabilidade, 187
movimentos, 246, 247
músculos motores da perna, 246, 247
testes de reflexos, 302, 303
articulação temporomandibular
músculos da face, 236-237
processo condilar, 164
articulação tibiofibular, 187, 191
articulação trocóidea, 194
articulação úmero-ulnar, 180
articulação úmero-radial, 180
articulações (juntas), 191-194
articulações artificiais, quadril/joelho/ombro (imagens), 197
articulações cartilagíneas, 191
articulações fibrosas, 191
articulações imóveis, como suturas, 163
articulações intercarpais, 194
articulações interfalangeanas
articulação sinovial cilíndrica, 194
articulações intertarsais, 194
articulações rádioulnar, 181, 194
articulações sacroilíaca, 184
articulação sinovial plana, 194
sacro, 175
articulações sacroilíacas, 184, 194
articulações sinoviais, 191, 192-194
absorção de choque, 192
amplitude de movimento, 191, 194
articulação do joelho, 193
articulação esferóidea, 194
artrite, 196
cilíndrica, 194
diartrose, 194194
fluido sinovial, 192
plana, 194
selar, 194
tipos de movimentos, 194
trocóidea, 194
articulações vertebrocostais, 194
artrite
gotosa, 578
reumatoide, 196 (reumatismo), 490
artrite gotosa, 578
artrite reumatoide, 490
artroscopio, 197
ascite, 549
ASD (angiografia por subtração digital ou angiografia digital), 442
asma, 500, 514
aspirina, 360
astrócitos, 259
ataque cardíaco (enfarte do miocárdio), 398
danos pela anoxia, 505
diabete melito, 377
atelectasia, 506
aterosclerose, 406
níveis elevados de colesterol, 569
ativador do plasminogênio tecidual (t-PA), 399
atlas (vértebra C I), 172
como articulação sinovial trocóidea, 194
atletas, em repouso/em atividade, 460
átomos, 7, 27-34
compostos, 32

elétrons e níveis de energia, 30-31
estabilidade, 30-31
estrutura, 27-29
moléculas, 27, 33
notação química para descrição, 36
reações químicas, 35-40
ATP, 57
calor gerado por, 582
ciclo ácido cítrico, 560-561
como um composto de alta energia, 57
contração muscular, 213, 214-215, 217, 222-223
endocitose, 89
estrutura, 56
exocitose, 89
formação, 57, 559
fosforilação oxidativa, 561
fotorreceptores, 349
funções, 57, 559
hormônios da tireoide, 369
metabolismo celular, 559-563
mitocôndria, 71, 222, 559, 560-561
produção de calor, 581
produção de, 71, 559
reações enzimáticas, 57
rendimento de glicose, 567
sistema de transporte de elétron, 561
sistemas de segundo mensageiro, 362
transporte ativo, 85, 89
transporte passivo, 85
vias anabólicas, 562-563, 571
vias catabólicas, 562-563, 571
atraso sináptico, 267
atresia, 644
átrio direito do coração, 4, 403, 437, 440
barorreceptores, 457
circuito pulmonar, 410
circulação cardíaca, 438-439
valvas cardíacas, 440-441
átrio esquerdo do coração, 4, 403, 437
circuito pulmonar, 410
circulação coronária, 438-439
valvas cardíacas, 440-441
átrios do coração, 403, 437, 440
ciclo cardíaco, 445-452
circuito pulmonar, 410
circulação coronariana, 438-439
diástole, 445, 446
direito, 4, 403, 437
esquerdo, 4, 403, 437
fluxo sanguíneo, 440-441
septo atrial, 440
sístole, 445, 446
valvas cardíacas, 440-441
atrofia, muscular, 224
aurícula da orelha, 328
aurícula do coração, 437
autoanticorpos, 490
autólise, 73
automaticidade do tecido muscular cardíaco, 447
automaticidade, 447
contração, 112, 205
efetor visceral, 261
eventos elétricos, 435
funções, 93, 112
inervação pelos gânglios autonômos, 307
junções, 97, 112, 435
regulação pelo sistema nervoso autônomo, 255
autorregulação, 456
avascularidade do epitélio, 97
axilas: glândulas sudoríferas apócrinas, 135
áxis (vértebra C II), 172
como articulação sinovial trocóidea, 194
axônio terminal, 210-211, 266
em impulso nervoso, 267
na contração muscular, 210, 217
axônios (fibras nervosas), 113
junção neuromuscular, 210-211no SNP, 260
lesado,257
mielinizados, 259
no fascículo muscular, 206
no folículo piloso, 132
ramos colaterais, 256
axônios mielinizados, 259, 265
esclerose múltipla, 305
SNP, 260, 291
substância branca, 283
axônios não mielinizados, 259, 283
azia, 552

B

bacharel em saúde pública (sanitarista), 656-657
baço, 396, 467, 475
circuito sistêmico dos vasos sanguíneos, 410
drenagem venosa, 423
em relação aos quadrantes abdominopélvicos, regiões, 17
inervação na divisão parassimpática, 311
inervação na divisão simpática, 310
irrigação, 420, 422
tecido cicatricial, 139
bacteremia, 401
bacteria Chlamydia, 651
bainha de mielina, 259
bainha do músculo reto do abdome, 239
banda A, 208, 212
banda H, 208, 212
banda I, 208, 212
banda moderadora, 440
barorreceptores, 319, 322
do seio carotídeo, 322, 416
terminações nervosas livres, 319
barreira de adesão, anticorpos, 488
barreira hematoencefálica, 259
barreira hematotímica, 473
barreiras físicas na imunidade inata, 477, 478, 481
base do coração, 433, 436
base do sacro, 175
base nas diretrizes /recursos, 574-575
bases fortes/fracas, 45
bases nitrogenadas, 58-59
bases, 45, 623
como compostos inorgânicos, 47
forte *vs.* fraco, 45
basófilos, 387, 394, 395, 397
formação, 396-397
bastonetes (fotorreceptores), 347-349
bastonetes, 397
batimentos cardíacos, 445. *Veja também* **ciclo cardíaco**
bexiga urinária, 17, 591, 609, 610
cavidade pélvica, 21
efeitos do SNC parassimpático, 313
epitélio (distendido), 101
epitélio (relaxado), 101
epitélio transicional, 101
inervação simpática 310
irrigação, 424
receptores de pressão, 321
relação com as regiões abdominopélvicas, quadrantes, 17
tecido muscular liso, 112
bexiga urinária, 591
bicamada fosfolípidica da membrana plasmática, 68
bicamada lipídica da membrana plasmática, 87
bicarbonato de sódio (NaHCO3), 43
bicarbonato de sódio, 45
bicúspide/dente pré-molar, 530
bigorna (ossículo da orelha média), 329
bile, 547, 549
armazenada pela vesícula, 547, 549, 550
colesterol, 51
secretada pelo fígado, 547
bilirrubina, soluto encontrado no plasma, 387
biólogo, 287
biomédico, 120-121
biotina (vitamin B7), 544, 572
blastocele, 661, 662, 664, 665
blastócitos, 661
blastômeros, 660-661
boca, 16, 521. *Veja também* **cavidade oral**
epitélio estratificado pavimentoso, 99
inervação do músculo da língua, 294, 295
músculos de expressão facial, 236, 237
bochecha (região da face), 16, 528
ação muscular, 236, 237, 528
osso(arco zigomático), 162, 165
bolhas, recuperação e envelhecimento 137
bolo alimentar, 525
deglutição, 532-533
bolsa retrouterina, 642
bolsas de gordura, 193
da articulação do joelho, 193
das órbitas oculares, 107, 339, 343
bomba de troca, proteínas transportadoras, 89
bomba respiratória, 460
borda em escova, 539
boro, 29
botulismo, 225
BPH (hipertrofia benigna da próstata), 639
bradicardia, 448
branco do olho. *Veja* **esclera**
branqueamento em fotorrecepção, 349
broncoconstrição, 500
broncodilatação, 500
bronquíolos, 497, 500
tronco bronquiomediastinal (esquerdo), 471
brônquios (primários), 500
brônquios principais, 500
bronquite crônica, 514
bronzeamento, mudanças na cor da pele, 126
bulbo olfatório, 294, 326
bulbo, 269, 270, 279
centros autonômos, 270, 279
centros cardíacos, 448
centros de transmissão, 270
centros respiratórios, 512
nervos cranianos, 294
núcleos parassimpáticos, 309
quimiorreceptores, 323
relação com o córtex cerebral, 274, 275
tratos ascendentes/descendentes, 284
via corticospinal, 299
via da coluna posterior, 298
vias motoras, 299
vias sensitivas, 298
bulimia, 577
bursa (bolsa), 193

C

C II (áxis), 172, 194
C VII (vértebra proeminente), 172
c-AMP (AMP-cíclico), 362
C I (atlas), 172, 194
cabeça (característica da superfície óssea), 147
da fíbula, 187
do fêmur, 147, 186
do úmero, 147, 180
cabeça (região cefálica)
anterior, 16
apoio da coluna vertebral, 170
drenagem venosa, 413, 415, 417, 421
equilíbrio, 328, 330-333
inervação simpática, 308 (organização), 310
irrigação, 412 (assunto), 414, 416
locais de fixação musculo, 164
ossos. *Veja* **crânio**
posterior, 17
relação com ossos do crânio, 162
vértebras cervicais, 170, 172
cabeça de moléculas de miosina, 209
cabeça do fêmur, 186
cabeça dos espermatozoides, 635
cabeça lateral do músculo tríceps braquial, 235
cabeça longa do músculo tríceps braquial, 235
cabeça radial
articulação do úmero, 181
movimentos de rotação, 232
cabeça ulnar, 181
cadeia lateral (grupo R), 54
cadeias complementares de DNA, 59, 76
cadeias leves de anticorpos, 486
cadeias pesadas de anticorpos, 486-487
cádmio, 29
caixa torácica, 161, 176
calcâneo (osso do calcanhar), 188, 235, 246
calcanhar (região do calcâneo), 17
cálcio (Ca), 29
composição óssea, 145
efeitos de deficiência/excesso, 573
percentual do peso corporal total, 29
reservas armazenadas nos ossos, 145
significado no corpo humano, 29
calcitonina (CT), 368
hormônio da paratireoide, 371
calcitriol
hormônio da paratireoide, 371
hormônio esteroide, 360
prejudica e crescimento ósseo, 129
síntese de vitamina D3 pela pele, 123, 129
cálculos (amostra de urina), 613
cálculos biliares, 552
cálculos renais (pedras nos rins), 612
cálice maior do rim, 593
cálice menor do rim, 593
calo (externo/interno), pós fratura óssea, 158
calo interno de fratura óssea, 158
calo ósseo externo, 158
calor
capacidade de água, 41
doenças relacionadas à idade, 137
drenagem venosa dupla e perda de calor, 41
liberado pelo trabalho dos músculos, 205
reações exergônicas, 37
regulação da temperatura do corporal, 582-585
trocas de energia e liberação de calor, 35, 581-583
calor do corpo
regulação, mudanças relacionadas à idade, 137
caloria (quilocaloria), 574
calvária, 163
camada (estrato) espinosa, 125
síntese da vitamina D3, 129
camada basal, 125
melanócitos, 126
síntese da vitamina D3, 129
camada basal, 126
camada córnea, 125
caroteno, 126
cutícula da unha, 136
camada densa, 125
camada fibrosa do olho, 340
camada granulosa, 125
camada lúcida, 125
camada muscular circular externa, 523, 524
deglutição, 532-533
parede do estômago, 535, 536
peristalse/segmentação, 525
trato intestinal, 538
camada muscular longitudinal externa, 523, 524
da parede do estômago, 536
deglutição, 532-533
peristaltico/segmentação, 525
revestimento intestinal, 538
camada neural do olho, 340
camada papilar da derme, 123, 128, 131
estrato basal, 125
plexo papilar, oxigênio/nutrientes, fornecimento de, 127
camada reticular da derme, 123, 128, 131

camada subcutânea da pele. *Veja* **hipoderme**
camada vascular do olho, 340
camadas da dura-máter, 272
camadas de elétrons, 28, 30-31
camadas germinativas (embriões), 662-663
destino das camadas germinativas (tabela), 663
câmara anterior do olho, 340
câmara posterior do olho, 340
câmara vítrea. *Veja* **corpo vítreo**
Caminhos profissionais
Bacharel em saúde pública/coletiva, 656
Biólogo, 289
Biomédico, 120
Dentista, 557
Enfermeiro dermatológico (queimaduras), 494
Enfermeiro pediátrico, 686
Enfermeiro, 630
Farmacêutico (ou farmacêutico bioquímico), 63
Fisioterapeuta, 202
Fonoaudiólogo, 518
Instrutor de esportes, 382
Médico especialista em ultrassonografia, 24
Nutricionista, 588
Obstetriz, 142
Personal trainer, 252
Profissional da dança, 357
Psicólogo, 430
Técnico em radiologia, 464
Terapeuta ocupacional, 316
campo de visão frontal, 276
CAMs (moléculas de adesão celular), 97
canais (poros)
difusão de moléculas através, 88
membrana plasmática, 68, 87
canais semicirculares, 328, 330, 334
canal carotídeo, 165
canal central da medula espinal, 271, 273, 282, 283, 284
embrionário, 668
fluido cerebrospinal, 273
quarto ventrículo, 271
canal central do ósteon, 111, 151, 152, 153
canal cervical, 464
canal de parto, vagina, 648
canal pilórico, 535
canal radicular de dentes, 530
canal sacral, 175
canal vaginal, 648
canal vertebral, 171
forame magno, 165
canal/meato (característica da superfície óssea), 147
canalículos lacrimais, 339
canalículos, 111, 150
do osso compacto, 150, 152
do osso esponjoso, 150, 152
câncer cervical, 651
câncer colorretal, 553
câncer de mama, 651
câncer de ovário, 651
câncer de pele, 127
células dendríticas, 125
sistema tegumentar, 123, 131
câncer de próstata, 639
câncer de pulmão, 515
câncer testicular, 639
câncer, 82-83
canhoto, 277
CAP(contraçõesatriaisprematuras),461
capacidade pulmonar, 509
capacidade vital, 509
capacitação dos espermatozoides, 637
capilares alveolares, 411
capilares linfáticos, 468
lácteos do intestino delgado, 538-539
vs. capilares sanguíneos, 468
capilares peritubulares, 597
capilares, 385, 403, 405, 407
alveolar, 411, 505
da derme, 127, 128
distribuição do volume de sangue, 409
do osso, 152
pressão sanguínea, 453
sangue, *vs.* linfático, 468
capítulo do úmero, 181
CaPO4 (fosfato de cálcio), 43
cápsula articular
amplitude de movimento, 191
anfiartrosees, 191
articulação do cotovelo, 6, 194
articulação do quadril, 186
artificiais, 197
artrite, 196
cavidade articular, membrana sinovial/fluido da, 108, 192, 193
classificação, por estrutura/função, 191
de articulações sinoviais, 192
diartrose, 191, 192-193
distúrbios, 196-197
do úmero, 180
dobradiça, 6
dos ossículos da orelha média, 329
fibrosas, 191
flexores do cotovelo, 243
imóveis (suturas), 163, 191
joelho, 193. *Veja também* **articulação do joelho**
juntas (articulações), 191-194. *Veja também* **articulações sinoviais**
luxação, 193
mudanças relacionadas à idade, 196-197
proprioceptores, 261 (propriocepção), 319
reumatismo, 196
sinartróse, 191
sinovial, 191, 192-194
cápsula fibrosa do rim, 593
cápsula glomerular, 594, 601
características de superfície dos ossos (acidentes ósseos), 147
do crânio, 147, 164-166
do fêmur/do úmero/da pelve, 147
características ligadas ao X, 683
características sexuais secundárias, 677
carboidratos, 48-49
catabolismo, 48 (aparece fontes de energia catabolizadas), 565, 566-567
classes estruturais, 48-49
digestão, 565, 566-567
extracelulares (glicocálix), 68
glicolipídios, 65
lipídios *vs.*, fornecedor de energia, 51
membrana plasmática, 68
metabolismo, 565, 567, 572
não digeríveis, 566
percentual da massa/peso corporal total, 615
reserva de nutriente, 559, 562-563
síntese, enzimas catalisadoras, 57
carbono (C), 29
carboidratos, 48-49
compostos orgânicos, 47
lipídios, 50-53
percentagem do peso corporal total, 29
proteínas, 54-55
significado no corpo humano, 29
carboxipeptidase, 551, 570
carcinoma basocelular, 127
carcinomas, 127
cervical, 651
colorretal, 553
linfático, 127
mama, 651
melanoma, 127
ovário, 651
pele, 123, 127, 131
próstata, 639
pulmão, 515
carcinoma basocelular, 127
carcinoma epinocelular, 127
carcinoma, 127, 651
basocelular, 127
espinocelular ou epidermoide, 127
cárdia do estômago, 534, 535
cardite, 443
carga elétrica de átomos, 28, 30-31
fórmula química, 36
carga elétrica positiva, 27
carga eletricamente neutro, 30-31
cáries, 531
cariótipo, 679
caroteno, 126
carótida comum, 412
carpo (punho), 182. *Veja também* **punho**
cartilagem articular, 148
artrite, 196
da articulação do joelho, 193
das articulações sinoviais, 192
do úmero, 148
fornecimento de nutriente/oxigênio, 148
na formação óssea, 154-155
normal *vs. a*rtrítico, 196
cartilagem elástica, 109
da orelha externa, 109, 328
cartilagem epifisária, 155
acondroplasia, 156
síndrome de Marfan, 156
cartilagem hialina, 109
ossificação endocondral, 154-155
cartilagem, 109
articulação do ombro, 109
articular, 148. *Veja também* **cartilagem articular**
capacidade de regeneração, 115
da orelha externa, 109
disco intervertebral, 109
do esqueleto embrionário, 154-155
elástica, 109, 328
envoltório de tecido conectivo denso não modelado (pericôndrio), 107
fibrocartilagem, 109
hialina, 109, 192
matriz, 109
natureza avascular, 110 (aparece vascularizado e vascularização), 148
nutrientes e fornecimento de oxigênio, 148
ossificação endocondral, 154-155
septo nasal, 109, 326
sistema esquelético, 145
tipos de células, 109
traqueia, 500
cartilagens costais, 176
relação com os músculos do tronco, 239
cartilagens traqueais, 500
carúncula lacrimal, 338
caspa, 125
catabolismo, 38, 559-563
anaeróbico, 559
ciclo do ácido cítrico, 560-561
de carboidratos, 48, 566-567
produção de calor, 581
vias, 560-561, 562-563, 571
vs. anabolismo, 39, 559
catalisadores, 37
enzimas, 37, 56-57
equilíbrio, 37
catarata senil, 352
catecolaminas
derivado do aminoácido tirosina, 360
receptores, 362
cátions (íons positivos), 31
corrente elétrica, 31, 42
fórmula química, 36
ligações iônicas, 32
cauda de moléculas de miosina, 209
cauda dos ácidos graxos, 50
de fosfolipídios /glicolipídios, 53
cauda dos espermatozoides, 635
cauda equina, 282
caudal (termo direcional), 18
cavidade abdominal, 21
drenagem venosa, 423, 425
músculos, 239
pelve falsa, 185
sistema arterial, 412, 420, 422
cavidade abdominopélvica, 20, 21
componentes, 21
gânglios colaterais, 308
inervação parassimpática, 309, 311
inervação simpática, 308, 310
inervação, 295
paredes musculares, 205 (tecido), 239
pelve verdadeira, 185
reflexos, 3003
cavidade amniótica, 661, 662, 665
cavidade anterior do olho, 340
cavidade ventral do corpo (celoma), 20, 21
cavidade craniana
complexo nasal, 167
forame magno, 165
cavidade glenoide, 179
articulação do ombro, 179, 180
articulação do úmero, 180
cavidade medular
crescimento ósseo aposicional, 154-155
formação osseo, 154
ossos longos, 148-149
cavidade medular, 148. *Veja também* **medula óssea**
formação do osso, 154
ossos longos, 148-149
cavidade nasal, 162
capacidades de aquecimento de ar, 499
células aéreas etmoidais, 167
conchas, 162, 167, 326
inervação, 294
mucosa respiratória, 498
placa cribriforme, 166
seios, 162, 167
sustentaçaõ de ossos, 167
via olfativa, 326
cavidade oral/região, 16, 521, 527. *Veja também* **boca**
componentes, 528-529
distúrbios, 552
etapas do processo de digestão, 565
mucosa, 523
cavidade pélvica, 21, 185
assoalho do tecido muscular esquelético, 205
ligamento largo, 643
pelve verdadeira, 185
cavidade pericárdica, 20, 21, 434, 501
fluido pericárdio, 436
inflamação (pericardite), 436
relação com o mediastino, 21, 436, 501
cavidade peritoneal, 21
intestino delgado, 540
cavidade polpar dos dentes, 530
cavidade posterior do olho, 340
cavidade timpânica (orelha média), 328, 329
cavidade torácica, 20, 21
artérias, 412, 414
caixa torácica protege a, 176
componentes, 21, 176
inervação parassimpática, 309, 311
inervação simpática, 308, 310
inervação, 295, 297
mudanças de pressão durante a respiração, 506-507
parede muscular, 239
veias, 413, 415
cavidade uterina, 646, 666
cavidades do corpo, 20-21
do olho, 340
cavidades pleurais, 21, 501
alterações de pressão na respiração, 506-507
relação com o mediastino, 436, 501
CCK (colecistoquinina), 541, 545, 566, 576
ceco, 542
cegueira
cataratas, 352
retinopatia diabética, 377
cegueira (de cor), 349
celoma (cavidade ventral do corpo do embrião), 20-21
célula pós-sinápticos, 263, 266, 267
células aéreas etmoidais, 167
células alfa do pâncreas, 374

células anormais/exógenas: crescimento/divisão, 82-83
células apresentadoras de antígenos (APCs) 484-485
células assassinas naturais (NK), 472, 473
células B (linfócitos B), 472-473
anticorpos IgD, 487
baço, 475
imunidade especifica, 483, 484, 485
imunidade mediada por anticorpos (imunidade humoral), 483, 484-485
memória, 472
produzidas na medula óssea vermelha, 473
células B de memória, 472, 485
resposta secundária de anticorpos, 487
células basais (células germinativas), 125. *Veja também* **células tronco**
da matriz do pelo, 132
células beta do pâncreas, 374
células bipolares da retina, 347, 348-349
células blásticas, 397
células brancas do sangue (glóbulos brancos/leucócitos), 386, 387, 394-395
leucemias, 401
produção da medula óssea vermelha, 145
células C (claras) (células parafoliculares), 368
regulação de íons de cálcio, 368, 370
células ciliadas da orelha interna, 325
audição, 325, 332-335 (ducto coclear)
ducto coclear, 331, 334, 335
ductos semicirculares, 332-333
equilíbrio, 331-333
mácula, 333
mecanorreceptores, 325
órgão espiral, 334, 335
células da glia (neuróglia), 93, 113, 258
do SNC, 256-257
do SNP, 260
células de apoio, do SNC, 258-260
células de Merkel, 125
células de Schwann, 260
corpúsculos táteis, 321
nervos espinais, 292
recuperação de nervos lesionados do SNP, 257
células de Schwann, 260
entre os nervos periféricos, 261
estrutura, 256
na pele, 123, 131
não mielinizado, 259
tipo A, fibras C, sensação dolorosa, 319
células de Sertoli (testículo), 636
células dendríticas /dendritos, 113, 256, 257, 474
camada espinosa da epiderme, 125
corpúsculos táteis, 321
dente, 172
resposta imune, 125, 137, 474
terminações nervosas livres, 319
células dendríticas da pele, 125
testicular, 639
células do marca-passo dos nodos AV/ sinoatrial, 447
células do músculo liso, 93, 112
células enteroendócrinas, 537
células ependimárias, 258
líquido cerebrospinal, 273
revestimento dos ventrículos do cérebro, 271
células eventuais do tecido conjuntivo frouxo, 106
células fixas do tecido conjuntivo frouxo, 106
células G, gastrina secretada por, 541
células ganglionares da retina, 346, 349
células germinativas (células basais), 125. *Veja também* **células-tronco**
da matriz do cabelo, 132
células glandulares, 94, 104
células intersticiais dos testículos, 636
produtoras de hormônios sexuais, 366, 636
células mucosas, 104
células musculares estriadas/não estriadas, 112
células musculares não estriadas vs. estriadas, 112
células nervosas. *Veja* **neurônios**
células NK (assassinas naturais), 472, 473
células parafoliculares/células C (claras), 38
células parietais das glândulas gástricas, 537
células principais (das enzimas) das glândulas gástricas, 537
células progenitoras, 397
células satélites, 260
células somáticas, pares de cromossomos, 75
células T citotóxicas, 472, 485
células T helper, 472, 485
células T supressoras, 472
células T, 472-473, 485
baço, 475
citotóxico/helper/supressor, 472
defesas específicas, 483, 484-485
imunidade mediada por células, 472
memória, 485
produção no timo, 473
resposta imune, 483, 484-485
células TC da memória, 485
células TH da memória, 485
células tronco linfoides, 396-397, 473
células tronco mieloides, 396-397
células, 7, 64-90
anormal, 82-83. *Veja também* **células exógenas/anormais**
articulações, 210-211
célula tronco, 106, 125, 150
ciclo de vida, 78-81
como as substâncias entram/saem, 85-90
componentes, 65-75
diferenciação entre tecidos, 65
homeostase, 65
maligno, 82
membrana. *Veja* **membrana plasmática**
morte (geneticamente controlada), 78
necessidades energéticas, 57, 71
permeabilidade, 68, 85-90, 94, 262
reações químicas celulares, 35, 38-39
relação com os órgãos, 7
tamanho, 65
teoria celular, 65
células-filhas, 65, 78, 80-81, 660
células-tronco neurais, 257
células-tronco, 106
da camada basal, 125
hemocitoblastos, 396
linfoide, 396
matriz do pelo, 132
mieloide, 396
neurônios, 257
cemento dos dentes, 530
centríolos, 69
divisão celular, 69, 79, 80, 81
organelas, 67, 69
centro controle do apetite, 576
centro da fala, 276, 277
centro da fala, no hemisfério cerebral, 277
centro de cálculo, no hemisfério cerebral, 277
centro de controle (centro de integração), 11
feedback negativo, 12
feedback positivo, 13
na regulação homeostática, 11-13
centro de saciedade e da fome, 576
centrômero, 75, 80
centros autonômos, 278
centros cardíacos, 460
centros cardioacelerador, 448, 456, 457
centros cardioinibitórios, 448, 457
centros cardiovasculares, 279
ativação simpática, 312
barorreceptores, 322
bulbo, 279, 407, 448
cardioacelerador, 448, 456
cardioinibidor, 448
núcleo hipotálamo, 278
quimiorreceptores, 323
regulação da trocas capilares, 454
vasomotor, 456
centros de conservação de calor (hipotálamo), 585
centros de ossificação, 154-155
centros de perda de calor (hipotálamo), 584
centros de ritmo respiratório, 279
ativação simpática, 312
barorreceptores, 322
centros expiratório do bulbo, 512
centros inspiratórios do bulbo, 512
centros integrativos da SNA, 307
centros integrativos do SNC
córtex cerebral, 276
hipotálamo,270, 278, 307
reflexos, 300-303
centros respiratórios no tronco encefálico, 512
hormônios tireoidianos, 369
quimiorreceptores, 323
temperatura corporal aumenta, 584
centros vasomotores, 456, 457
diminuição da temperatura corporal, 585
hemorragia, 409
núcleos do hipotálamo, 278
centros/estações de retransmissão
da ponte, 270, 279
do bulbo, 270, 279
do hipotálamo, 278
do tálamo, 278
ceras, 50
ceratotomia fotorrefrativa (PRK), 351
cereais, como polissacarídeos amidos, 49
cerebelo, 269, 270, 279
córtex cerebelar, 279
embrião, 269
funções, 270, 279
movimentos, 279
relação com a ponte, 279
relação com o córtex cerebral, 274, 275
cérebro
acidente vascular cerebral, 398
desenvolvimento do embrião, 668
distúrbios, 281
drenagem venosa, 419
eletroencefalograma, 281
estruturas de proteção, 272-273
forame magno, 165
irrigação, 418
liquido cerebrospinal (cefalorraquidiano), 258, 273
meninges, 272
monitoramento da atividade, 281
monitoramento de atividade elétrica, 281
nervos cranianos, 294-295
ossos cranianos, 162, 272
sistema nervoso central, 255
regiões, 270-271
sistema límbico, 278
vértebras cervicais, 172
vias sensitivas, 298
cérebro, 269, 270. *Veja também* **hemisférios cerebrais**
cerume, 328
cervical, 282
cérvice, 647
cetoacidose, 578, 579
cetose, 578
CFR (ceratotomia fotorrefrativa), 351
CFS. *Veja* **Fluido cerebrospinal**
choque anafilático, 489
cianose, 127
cicatriz, 139
ciclo cardíaco, 445-452
ciclo de Cori, 223
ciclo de crescimento do pelo, 133
ciclo de Krebs (ciclo do ácido cítrico), 560-561
metabolismo celular, 562-563, 571
ciclo de vida celular, 78-81
ciclo de vida das células, ciclo celular, 78-81
ciclo do ácido cítrico (ciclo de Kreb), 560-561
metabolismo celular, 562-563, 571
ciclo menstrual, 650
ciclo ovariano do ciclo menstrual, 645, 650
hormônios, 650
ciclo respiratório, 509
regulação do tronco encefálico, 512
ciclo uterino do ciclo menstrual, 650
ciclosporina A (CsA), 490
CID (coagulação intravascular disseminada), 401
cifose, 177
cílios, 338
cílios, 66, 69
células epiteliais, 95, 104
mucosa respiratória, 498
cimetidina (Tagamet), 553
cinetose, 353
cíngulo do membro inferior, 161, 175, 183
inervação, 296, 297
músculos, 244
ossos do quadril, 183
parte do esqueleto apendicular, 145
pelve, 184
cíngulos, 161, 178-179
ação muscular, 240, 241
articulações esternoclavicular, 194
caixa torácica, 176
inervação, 296, 297
parte do esqueleto apendicular, 145
circuito pulmonar de vasos sanguíneos, 403, 410-411
distribuição do volume total de sangue, 409
respiração pulmonar, 510
circuito sistêmico dos vasos sanguíneos, 403, 410-411
arterial, 412-424
circulação coronária, 438-439
distribuição do volume de sangue, 409
fluxograma, 410
respiração celular, 510
venoso, 413-425
visão geral, 412, 413
circulação (sistema de distribuição)
coronária, 438-439
cutânea, cor da pele, 126
da linfa, 470-471
do fluido intersticial, 470
do líquido extracelular, 470
do sangue, 385, 403, 410-411
circulação cardíaca, 438-439
círculo arterial do cérebro (círculo ou polígono de Willis), 418
círculo de Willis (círculo arterial cerebral), 418
circundução, 231
cirrose, 552
cirúrgia artroscópica, 197
cisterna do quilo, 467, 471
cisternas, 70, 72
cistite, 612
cistos de glândulas mamárias, 651
citocinas, 480
citocinese, 78, 80, 81
ATP, 559
citoesqueleto, 68-69
citoplasma, 66
citosina (C), 58-59
código genético, a síntese de proteínas, 76-77
citosol, 66. *Veja também* **o fluido intracelular**
citotrofoblasto, 661, 662, 664
clavícula, 161, 178
articulação acromial, 178
articulação como o esterno, 178
articulação plana, 194
manúbrio, 178, 237
movimento de protração, 23
músculo esternocleidomastoideo, 236

músculos da expressão facial, 236
parte do cíngulo do membro superior, 178
clitóris, 641, 642, 648
clivagem, 660-661
cloreto, 573
efeitos da deficiência ou excesso, 573
importância no corpo humano, 573
cloreto de magnésio ($MgCl_2$), 4433
cloreto de potássio (KCl), 43
cloreto de sódio (NaCl)
dissociação nos fluidos do corpo/liberação de íons, 43
eletrólito, 42-43
formação, 32
sal, 45
cloro (Cl), 29, 31
íons de cloro, 36
porcentagem do peso corporal total, 29
significado no corpo humano, 29
clostridium botulinum, paralisia do músculo esquelético, 225
clostridium tetani, tétano, 225
coagulação do sangue (coagulação), 13, 398-399
as fases da hemostasia 398-399
cascata de, 398-399
como mecanismo de feedback positivo, 13
fratura e hematomas, 158
função das plaquetas, 396, 398-399
na regeneração da pele/feridas, 138-139
nos vasos sanguíneos danificados, 398-399
produtos químicos/fatores liberados durante, 13, 399
vias de coagulação, 399
coagulação intravascular disseminada (CID), 401
coágulo de sangue (trombo) 442
coagulo, 138-139, 398-399
cobalamina (vitamina B12), 400, 572
cobalto, significado no corpo humano, 29, 617
cóccix, 175
esfíncter anal externo, 544
parte da coluna vertebral, 161, 170-175
parte da pelve, 184
relação com vértebras lombares, 174, 175
cóclea, 330, 331
inervação, 295
código genético, 76-77
códons, 76-77
anticódons, 77
coenzima A, 560
coenzimas, 560-561
cofatores
magnésio e enzimas, 29
minerais, 573
oligoelementos, 29
colágeno, 55
colecalciferol. *Veja* **vitamina D3**
colecistite, 552
colecistoquinina (CCK), 541, 545, 556, 566, 576
colesterol, 51-53
como um lipídio estrutural, 51-53
digestão, 568
estrutura, 52
excesso, 569
hormônios esteroides derivados, 360
metabolismo (distribuição), 569
na membrana plasmática, 52
na secreção sebácea, 134
sintetizado pelo RE liso, 70
colículos do mesencéfalo, 278
colite, 553
colo (característica da superfície do osso), 147
do fêmur, 147, 186
do radio, 181
colo (da bexiga urinária), 610
colo (dente), 530
colo anatômico do úmero, 180
colo cirúrgico do úmero, 180
colo dos espermatozoides, 635
coloide, 43
de folículos tireoidianos, 368
cólon ascendente, 540, 542
cólon descendente, 540, 543
cólon sigmoide, 540, 543
atividades digestórias, 544
cólon transverso, 540, 543
cólon, 540, 542-543
ascendente, 422, 423, 540, 542
atividades digestórias, 544-545
barorreceptores, 322
descendente, 423, 540, 543
irrigação, 422
sigmoide, 540, 543, 544
transverso, 540, 543
colostro, 674
coluna anterior da medula espinal, 284
coluna branca posterior da medula espinal, 284
coluna lateral da medula espinal, 284
coluna renal, 593
coluna vertebral (espinha), 161, 170-175
caixa torácica 234
curvaturas, 170
diferenças regionais, 170
discos intervertebrais, 171, 195
esqueleto axial, 145, 161
estrutura vertebral, 171
forame magno, 165
irrigação, 414, 420
mudanças relacionadas à idade, 195
músculos, 238
peso do corpo, 170, 172
vértebras cervicais, 170, 172
vértebras lombares, 170, 174
vértebras torácicas, 170, 173
colunas da medula espinal, 284
colunas de (anterior/laterais/posterior), 284
vias da coluna posterior, 298
comissura anterior, 277
comissura pálpebra (canthus) (lateral/medial), 338
compactação (do conteúdo intestinal), 527, 542
compartimentos de fluidos, 615
compensação renal, 623, 627
compensação respiratória, 623, 627
complexo antígeno-anticorpo, 486
complexo de Golgi, 67, 72
como organela membranosa da célula, 66
mecanismo de secreção apócrina, 105
complexo de Golgi, 67, 72-73
complexo enzima-substrato, 56
complexo hormônio-receptor, 362
hormônios da tireoide, 369
complexo imune, 488
complexo justaglomerular, 601
complexo nasal, 167
complexo QRS no eletrocardiograma, 449
complexos receptores, de audição/equilíbrio, 330, 331
composto, 32
inorgânico, 47
moléculas em relação à, 32, 33
orgânicos, 47-60
compostos de alta energia, 57
compostos inorgânicos, 47
membrana respiratória, 502-503
níveis de frequência respiratória, 513
compostos orgânicos, 47-60
ácidos nucleicos, 58-59
carboidratos, 48-49
grupos funcionais, 59
lipídios, 50-53
proteínas, 54-55
comprimento de onda sonora, 336, 337
comunicação
intercelular, 256, 262-267, 359
pelos neurônios, 256, 262-267, 359
por hormônios, 359, 362
comunicação célula-a-célula. *Veja* **comunicação intercelular**
comunicação intercelular
hormônios, 359, 362
neurônios, 256, 262-267, 359
concentrações osmóticas nos fluidos do corpo
regulação do ADH, 367
concepção (fertilização), 659, 660-661
espermatozoides, 637
ovócitos, 647
conchas nasais, 162, 167
via olfativa, 326
condensação, 39
ácidos graxos, 51
ácidos nucleicos, 58-59
aminoácidos, 54
glicerídeo, 51
na formação de sacarose, 49
papel da água, 41
vs. hidrólise (exemplos), 39, 49, 51
condensação, 39. *Veja também* **síntese de desidratação**
côndilo (característica de superfície do osso), 147
da tíbia, 187
do fêmur, 147, 186
do úmero, 147, 180
côndilos (laterais/médios)
da tíbia, 187
do fêmur, 147, 186
côndilos occipitais, 165
articulação com o atlas, 172
condrócitos (células da cartilagem), 109, 154
hormônio do crescimento, 367
ossificação endocondral, 154
condução, 583
cone de implantação do axônio, 256
cone medular, 282
cones (fotorreceptores), 347, 348-349
discos do segmento externo, 348
pigmentos visuais, 348
tipos azul/verde/vermelho, 349
cones com pigmentos verdes, 349
conexons, 97
conjuntiva, 338
conjuntivite, 339
consciência
centros do mesencéfalo, 270, 279, 280
córtex cerebral e, 270
função do sistema límbico, 278
papel do neurônio, 113
sistema de ativação reticular, 280
contagem de glóbulos vermelhos, 388
contagem diferencial de leucócitos, 395
contração do músculo esquelético
estimulação por um neurônio motor, 210-211, 217, 220, 257
isométrica/isotônica, 221
no cérebro, 270
pH alto do sangue, 44
produção de tensão, 217-220
regulação pelo cérebro, 270
sistema nervoso somático, 255, 307
sobreposição da onda, 219
contração dos músculos
definidos, 112
fibras musculares esqueléticas, 208-215
contração isovolumétrica, 446
contração muscular isométrica, 221
contração muscular isotônica, 221
contração muscular, 210-215, 217
ATP, 57, 213, 214-215, 222-223
componentes, 208-209
concentração de íons de sódio, 43, 211
correntes/forças elétricas, 420, 210-211, 218
eventos da articulação neuromuscular, 210-211
fadiga, 222-223
força, 213
funções nos músculos cardíaco/esquelético/liso, 93, 112
interação entre excitação e contração, 217
íons cálcio, 29, 209, 210, 217
íons de sódio, 29, 211, 217
isotônica, 221
níveis de pH do sangue, 44
paralisia, 225
período de recuperação após, 223
potássio, 29
potencial de ação, 211, 263
potencial de membrana, 209
produção de tensão, 217-220
rigor mortis, 225
teoria dos filamentos deslizantes, 212
contração muscular, músculo, 218-219
contraceptivos orais, 652
contraceptivos pós-coito, 653
contrações atriais prematuras (CAP), 461
contrações do trabalho de parto, 672-673
contrações ventriculares prematuras (CVP), 461
contratilidade, contrações ventriculares, 451
controle do apetite no encéfalo, 576
convecção, 583
convulsão, 281
coordenação dos comandos motores, 270
cor
do cabelo, 133
da pele, 126, 127
cor do cabelo, 133
coração, 385, 433-465
anatomia/estrutura, 4, 7, 8, 433-444
anatomia microscópica, 4
aorta, 412, 414
arritmias cardíacas, 461
atletas, 460
camadas/revestimento, 4, 434
câmaras cardíacas, 437
cavidade pericárdica, 20, 21
ciclo cardíaco, 445-452
circulação cardíaca, 438-439
débito cardíaco, 450-451
distribuição do volume sanguíneo, 409
eletrocardiograma, 5
estrutura da parede, 434
eventos elétricos, 5
face posterior, 437, 438, 439
fisiologia, 5
função de bomba, 8
funções endócrinas, 361, 458
funções, 7, 8, 385
hormônios, 361, 459
inervação parassimpática, 311, 448
inervação simpática, 310, 448
inervação, 310, 311, 448
infarto do miocárdio, 398
localização na parede torácica, 433
"marca-passo" nó sinusal, 447
peptídeo natriurético atrial (PNA), 459
relação com a cavidade torácica, 20
sistema de condução, 447
sons, 443
superfície anterior, 437, 439
tecido muscular (miocárdio), 44
tipo de tecido, 8
valvas, 440-441
cordão umbilical, 666
cordas tendíneas, 440, 441
córion, 664, 665
córnea, 338, 342
anormalidades, 351
camada fibrosa do olho, 340
cirurgia refrativa para remodelar, 351
corno anterior da medula espinal, 284
corno cinzento posterior da medula espinal, 284
corno lateral da medula espinal, 284, 308, 309
cornos cinzentos da medula espinal, 284
cornos da substância cinzenta (anterior/laterais/posterior), 284
cornos do osso hioide, 168
cornos maiores do osso hioide, 168
cornos menores do osso hioide, 168
coroa (dente), 530
coroa radiada, 645
coroide, 340, 342, 346
corpo adiposo peitoral, 649
corpo caloso, 271, 275
corpo ciliar do olho, 340
ligamentos, 342, 344

músculo ciliar, processo de acomodação e foco, 344, 351
corpo da unha, 136
corpo do estômago, 534, 535
corpo do pênis, 638
corpo do útero, 647
corpo esponjoso, 638
corpo lúteo, 645
corpo vertebral, 171
de vértebras cervicais, 170, 172
de vértebras lombares, 170, 174
de vértebras torácicas, 170, 173
diferenças regionais, similaridades, 170, 200
corpo vítreo (humor vítreo), 340
corpos carotídicos, 323
corpos cavernosos, 638
corpos celulares de neurônios, 113, 256
células satélites, 260
neurônio motor somático, 261
terminais axônicos, 263
corpos cetônicos, 578
corpos de Nissl, 256
corpos polares, 644
corpúsculo renal, 594, 600, 601
corpúsculos de Meissner (corpúsculos táteis), 321
corpúsculos de Pacini (corpúsculos lamelares), 321
corpúsculos de Ruffini, 321
corpúsculos lamelares (corpúsculos pacinianos), 321
corpúsculos táteis (corpúsculos de Meissner), 321
corpúsculos, 321
corte sagital, 19
córtex
cerebral. *Ver também* córtex cerebral
do ovário, 643
do pelo, 132, 133
núcleos sensitivos talâmicos, 278
córtex auditivo (primário), 276, 277
córtex cerebelar, 279
córtex cerebral, 270
área interpretativa geral, 276, 277
centro da fala, 276
centros integrativos, 276, 277
córtex auditivo, 276, 277
córtex gustativo, 276
córtex motor, 276
córtex sensitivo, 276, 277
córtex visual, 276, 277
funções, 270, 276
lobos, 274-275
núcleos tálamo, 278
referências superficiais, 274-275
regiões, 276
córtex gustativo, 276
vias, 327
córtex motor (primário), 276
áreas de associação, 276
células piramidais, 276
córtex gustativo, 276
córtex olfatório, 276
giro pré-central, 274
homúnculo motor, 299
movimentos aprendidos, 276
neurônios motores inferiores, 299, 307
neurônios motores superiores, 299, 307
via corticospinal, 299
córtex motor primário, 276. *Veja também* **córtex motor (primário)**
córtex olfatório, 276, 326
córtex pré-frontal, 276, 277
córtex renal, 593, 595, 604
córtex sensitivo (primário), 276
área de associação sensorial somática, 276
córtex visual, 276, 277
vias sensoriais, 298
córtex sensitivo primário, 276
giro pós-central, 274
homúnculo sensitivo, 298
córtex da glândula suprarrenal (adrenal)
hormônios produzidos por, 372 373
regulação pelos hormônios hipofisários, 363, 365
resposta de resistência ao estresse, 379
córtex visual (primário), 276, 277, 350
núcleos do tálamo, 276, 278, 350
córtex visual primário, núcleos do tálamo, 276, 278, 350
corticosteroides, 372-373
hormônios esteroides, 360, 372
corticosterona, 373
corticotrofina/ACTH (hormônio adrenocorticotrófico), 366
secreção de glicocorticoides, 373
cortisol (hidrocortisona), 373
efeito anti-inflamatório, 373
hormônio do córtex, 52
cortisona, 373
costela, 176
durante a respiração, 506, 508
costelas falsas, 176
costelas flutuantes, 176
fóveas costais das vértebras torácicas, 173
costelas verdadeiras, 176
costelas vertebrais, 176
costelas, 161, 176
articulações e vértebras torácicas, 173
articulações, 191
falsa, 176
flutuante, 173, 176
movimentos de respiração, 176, 508
músculos eretores da espinha, 238
músculos intercostais externos, 239
ossos planos, 146
verdadeira, 176
vertebral, 176
couro cabeludo, ação dos músculos faciais, 236-237
coxa (região femoral), 16
drenagem venosa, 413, 425
inervação, 282, 296, 297
irrigação, 413, 424
músculos, 244-245
osso. *Veja* fêmur
coxa (região femoral), 16, 18
ação muscular, 244-245
drenagem venosa, 413, 425
inervação, 282, 296, 297
irrigação, 412, 424
músculos, 234-235, 246-247
ossos longos, 146
ossos, 187
CPVs/TV (taquicardia ventricular), 461
crânio (região craniana), 16, 161, 162-169
características de superfície, 147, 164-166
do embrião, 668
drenagem venosa, 417
em lactentes/crianças, 169
esqueleto axial, 145, 161
fluido cerebrospinal, 273
músculos da face, 236-237
ossos (do crânio/da face), 162-163
ossos associados, 161, 168
ossos irregulares, 146
ossos planos, 146
suturas, 163, 191
vértebra cervical de apoio, 172
crânio/ossos do crânio,161, 162-163. *Veja também* **crânio**
drenagem venosa, 417, 419
irrigam, 416, 418
creatina fosfato (PCr), 222
creatinina, 599
soluto presentes no plasma, 387
crescimento aposicional do osso, 153
vs. ossificação endocondral, 154
crescimento ósseo
anormalidades, 156-157
aumento do diâmetro, 153, 154
comprimento, 154-155
deposição óssea aposicional, 153
fatores que afetam, 209
importância do calcitriol, 129
ossificação intramembranosa, 155
crista (característica de superfície da pelve), 147
da pelve, 147
da tíbia, 187
crista ampular, 332
crista galli, 166
crista ilíaca, 183
músculo quadrado lombo, 238
músculos do quadril, 241
relação com a pelve, 184
crista occipital (externa), 163, 165, 172
crista sacral (lateral/média), 175
músculos eretores da espinha, 238
cristal de cloreto de sódio, 32
cristas (mitocondriais), 71
cristas epidérmicas, 124
cromátides, 80-81
cromatina, 75
cromo, 29
cromossomo X, 679
cromossomo Y, 679
cromossomos autossômicos, 679
cromossomos homólogos, 679
genótipo homozigoto, 680
cromossomos sexuais, 679
anomalias, 682, 683
cromossomos, 75
anormalidades, 682-683
autossômicos, 679, 682
células-filhas, 78
fertilização, 660
homólogos, 679
meiose, 78
mitose, 78
sexuais (X, Y), 679
crosta, lesões na pele, 138-139
CsA (ciclosporina), 490
CSF(fatores estimuladores de colônias), 397
CT (calcitonina), 368
hormônio da paratireoide, 371
cúpula, 332
gene para cabelos cacheados, 680
curvatura cervical, 170
curvatura lombar, 170
lordose, 177
curvatura maior do estômago, 534, 535
curvatura menor do estômago, 534, 535
curvatura sacral, 170
curvatura torácica, 170
cifose, 177
curvaturas da coluna vertebral, 170
anomalias, 177
curvaturas, coluna vertebral, 170
cúspides de válvas cardíacas, 440, 441
cutícula da unha, 136
cianeto, 561
cutícula do pelo, 132, 133
CVP (contrações ventriculares prematura), 461

D

DAC (doença arterial coronariana), 442
dalton (unidade de massa atômica / uma), 28
daltonismo, 349, 683
visão das cores, 347
das reações químicas, 37, 39, 57
datadores que influenciam a cor da pele, 126
dB (decibéis), 336
débito cardíaco (DC), 450-451, 453, 457
em repouso/atividade, 460
plexo cardíaco, 448
regulação endócrina, 458
débito de oxigênio, 223
decibéis (dB), 336
intensidade de sons comuns, 336
dedos das mãos, 16
drenagem venosa, 415
irrigação, 414
músculos, 242-243
ossos (falanges), 182
ossos longos, 146
receptores de pressão (corpúsculos lamelares), 321
testes de reflexo, 303
dedos dos pés, 16
drenagem pelas veias, 425
hálux (dedo número 1), 16, 188
irrigação, 424
movimentos, 247
músculos que movem, 246, 247
ossos (falanges), 188-189
ossos longos, 146
reflexo plantar, 303
defecação, 527
defesa específica (adaptativa), 477, 483-492
defesas do corpo
específica, 483-492
imunidade, 477, 483. *Veja também* **imunidade**
inespecífica, 477-482. *Veja também* **defesas inespecíficas (inatas)**
defesas do organismo
glóbulos brancos, 387
imunidade, 477, 483. *Veja também* **imunidade**
não específica, 477-482. *Veja também* **defesas inespecíficas (inata)**
defesas inespecíficas (inatas), 477-482
barreiras físicas, 477, 478, 481
fagócitos, 477, 479, 481
febre, 477, 480, 481
interferons, 477, 481
macrófagos, 106, 479, 480, 481
mastócitos, 106, 480, 481
resposta inflamatória, 115, 477, 480, 481
sistema do complemento, 477, 481
vigilância imunológica, 472, 473, 477, 481
deficiência de ferro anemia, 400
deglutição (engolir), 532-533
deglutição, 533. *Veja também* **engolir**
demência senil (senilidade), 305
dentes caninos, 530
dentes decíduos (bebê/leite/primária), 531
dentes do siso, 531
dentes, 521, 527, 530-531
cálcio, 29
componente da cavidade oral, 528
durante o desenvolvimento embrionário, 531
fósforo, 29
gengivas, 529
gonfose (articulações), 191
mandíbula, 162
mastigação, 529
maxilas, 162
processos alveolares, 164
tipos, 530
dentição secundária, 531
dentina, 530
dentista, 557
Depo-provera, 652
depressão (movimento), 233
músculo do tronco, 239
músculos da expressão facial, 236-237
músculos do cíngulo do membro superior, 241
derivados de, 360
dermátomo, 293
derme, 123, 128, 131
acúmulo de caroteno, 126
camada papilar, 123, 128, 131
camada reticular, 123, 128, 131
camadas, 123, 128, 131
circulação, cor da pele, 127
corpúsculos de Ruffini, 321
corpúsculos lamelares, 321
folículos pilosos, 128
fornecimento de sangue/capilares, 127, 128, 138
glândulas sudoríferas, 128
mudanças relacionadas à idade, 137
receptores de dor, 320
receptores de pressão, 321
receptores sensitivos gerais, 319, 321
relação com a epiderme, 123, 125, 128, 131
relação com a hipoderme, 123, 128
tecido conjuntivo, 106, 128
termorreceptores, 319, 321
tipos de fibras, 128
vasos linfáticos, 128
derrame (infarto no cérebro), 398, 505
danos de anoxia, 505

desenvolvimento embrionário, 659
clivagem e implantação, 660-661
do cérebro, 269
formação da camada germinativa, 662-663
formação da cavidade amniótica, 661, 662
formação ósseo, 154-155
membranas extraembrionárias, 662, 664-665
desenvolvimento fetal, 659
desenvolvimento pós-natal, 659, 675
desenvolvimento pré-natal, 659, 660-667
desenvolvimento, 659-687
adolescência, 155, 376, 650, 675, 676-677
definido, 659
embrionário, 154, 269, 659
fetal, 659
infância, crianças, 169, 675
maturidade, 675
período neonatal, 674, 675
pré-natal, 659, 660-667
deslocamento das articulações, 193
desmaio de superfície, 513
desmossomos, 96-97
células do músculo cardíaco, 112, 435
desnaturação de proteínas, 55
desnutrição, 574
desoxihemoglobina, 389
desoxirribose, 59
despolarização da membrana plasmática, 264
fenda sináptica, 267
potencial de ação, 264-265
desvio do cloreto, 511
deutério, 28
diabete melito, 377
diabetes Tipo 1 (dependente de insulina), 377, 490
diabetes Tipo 2 (não dependente de insulina), 377
diáfise/eixo (característica da superfície do osso), 147, 148
do úmero, 147, 148, 180
na formação óssea, 154-155
diafragma (método de controle de natalidade), 652
diafragma, 412, 413, 508
cavidades corporais separadas por, 20
drenagem venosa, 421
hiato esofágico, 533
inervação, 295, 296-297
irrigação, 420
localização, 20
nervo frênico, 297
nervo vago (X), 295
parte descendente da aorta, 420
respiração, 506-507, 508
diálise, 606-607
diapedese, 394, 479
diarreia, 553
diartrose,191, 192-194. *Veja também* **articulações sinoviais**
diástole ventricular, 446
diástole, 445
atrial, 446
ventricular, 446
diencéfalo, 269, 270, 278-279
estruturas do sistema límbico, 278
terceiro ventrículo do cérebro, 271
dieta balanceada, 574-575
fontes de vitamina D3, 129
diferenças de concentração (gradiente), 86
difusão, 85, 86-87, 88
osmose, 87, 88
diferenciação celular, 65
difosfato de adenosina (ADP), 57
ciclo do ácido cítrico, 560-561
na contração muscular, 214-215
na produção de ATP, 57, 222-223
difusão facilitada, 88. *Veja também* **transporte mediado por carregador**
difusão gasosa, 505, 510-511
difusão, 85, 86-87, 88
facilitada, 87, 88
gases através da membrana respiratória, 505
osmose, 87
trocas capilares, 454, 455
digestão, 527, 565
de carboidratos, 529, 566-567
de lipídios, 529, 568-569
de proteínas, 565, 570, 571
etapas do processo de, 565
resposta de luta ou fulga, 308
diglicéridos, 51
dilatação dos vasos sanguíneos
na lesão de tecidos, 114
regulação homeostática, 12
dióxido de carbono (CO_2), 33, 505
ácido carbônico, pH dos tecidos corporais, 623
ciclo do ácido citrico, 560, 561
difusão através da membrana plasmática, 88
metabolismo celular, 562-564
transporte no sangue dos pulmões/tecidos periféricos, 385, 505, 511
dipeptídeos, 54
direção ou margem (cranial) cefálica, 18
direção ou região cranial (cefálico), 18
direção ou região dorsal (posterior), 18
disco de fibrocartilagem
da sínfise púbica, 183, 184, 191
dos discos intervertebrais, 195
disco embrionário, 662
disco óptico (ponto cego), 346
via visual, 350
discos
dos fotorreceptores, 348
intercalados, do músculo cardíaco, 112
intervertebrais com hérnia (deslizantes), 195
intervertebral, 109, 171, 195
tátil, 320
discos articulares (meniscos), 193
discos intercalados do tecido muscular cardíaco, 112, 435
discos intervertebrais, 171, 195
fibrocartilagem, 109, 171, 195
hérnia de disco, 195
mudanças relacionadas à idade, 195
discos táteis, 320
disenteria, 553
dispositivo intrauterino (DIU), 652
dissacarídeos, 48-49
dissociação (ionização), 42-43
distal (termo direcional), 18
distância focal, 344-345
distribuição de cabelo, mudanças relacionadas à idade, 137
distúrbios autoimunes, 490
distúrbios do movimento voluntário, 304, 305
distúrbios metabólicos ácido-base, 625
disúria, 62
DIU (dispositivo intrauterino), 652
divisão aferente do SNP, 261
divisão celular, 78-81
anormal, 82-83
centríolos, 69, 79
meiose, 78
mitose, 78, 80-81
zigoto, 660-661
divisão motora do SNP
funções (resumo), 255
nervos cranianos, 294, 295
núcleos da ponte, 270
sistema nervoso autônomo, 255
sistema nervoso somático, 255
vias motoras, 299
divisão motora, 255, 270, 275, 307
córtex cerebral, 270, 274-275
divisão parassimpática do SNA, 309, 311, 313
alteração da frequência cardíaca, 451
centro cardioinibidor, 448
centros cardíaco, 448
constritos da pupila, 343
efeitos de estimulação, 309, 313
liberação de neurotransmissores, 309
nervos cranianos, 309, 311
nervos espinais sacrais, 311
reflexo, 313. *Veja também* **reflexos**
tronco encefálico, 307
volume sistólico, 451
divisão sensitiva do SNP, 255
nervos cranianos, 294-295
divisão simpática do SNA, 292, 308, 310, 312
alteração da frequência cardíaca, 451
ativação, 308, 312, 378
centros cardioaceleradores, 448
constritores da pupila, luz, 343
hormônios da glândula suprarrenal, 365
hormônios da tireoide, 369
inervação, 310
liberação de neurotransmissores, 308, 312
nervos espinais, 292, 308
órgãos-alvo, 308, 310
ramos nervosos espinais, 292
região lombar, 308
região torácica, 308
resposta ao estresse, 378, 379
volume sistólico afetado, 451
divisão toracolombar. *Veja* **divisão simpática do SNA**
divisão, 309, 311, 313
DNA, 58-59
código genético, 76-77
códon trinca da cadeia, 76
duplahélice, 59, 75, 79
funções, 59, 75
hormônios esteroides, 362
hormônios tireoidianos, 369
mantidas juntas na célula, 75
na divisão celular, 78-81
síntese de proteínas, 76-77
vs. RNA, 59
DNA-polimerase, 79
do cobre, 29, 617
doadores universais, 390
doença arterial coronariana (DAC), 442
doença cardíaca valvular (VHD), 443
doença de Alzheimer (AD), 305
doença de Lou Gehrig, 305
doença de Parkinson, 304
doença fibrocística da mama, 651
doença hemolítica do recém-nascido (HDN), 392-393
doença periodontal, 552
doença pulmonar crônica obstrutiva (DPOC), 514
doenças causados por deficiência proteica, 578, 579
doenças imunodeficientes, 491
doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), 651, 653
dominância completa (herança), 680
dopamina, doença de Parkinson, 304
dor referida, 304
dorsiflexão (movimento), 230
articulação do tornozelo, 230, 247
dorso (região do dorso/dorsal), 17
inervação, 292
músculos, 238, 241
terminologia de direção e posição, 18
vértebra lombar, 171, 174
DPOC (doença pulmonar obstrutiva crônica), 514
DRG (grupo respiratório dorsal), 512
DSTs (doenças sexualmente transmissíveis), 651, 652
ducto cístico, 550
ducto colédoco, 549, 550, 551
ducto coletor, 595
ducto da glândula sudorífera, estrutura acessória de pele, 123, 135
ducto da parótideo, 548
ducto deferente, 633, 634, 637
ducto endolinfático, mácula, 333
ducto ejaculatório, 634, 637
ducto hepático comum, 550
ducto lactífero, 649
ducto linfático (direito), 467
ducto linfático direito, 467, 470-471
ducto nasolacrimais, 339
ducto pancreático, 550, 551
ducto pancreático acessório, 551
ducto papilar, 595
ducto submandibular, 548
glândulas salivares submandibulares, 548
inervação, 295, 309
secreções, 104, 548
ducto torácico, 467, 470-471
ductos das glândulas exócrinas, 104
ductos hepáticos (comum/esquerdo/direito), 550
ductos lacrimais, 339
ductos semicirculares (anteriores/laterais/posteriores), 330, 331, 332
movimentos de rotação da cabeça, 332, 333
ductos sublinguais, 548
dúctulos eferentes do túbulo seminífero, 634
duodeno, 540
digestão, 544-545, 565, 570
drenagem venosa, 423
hormônios produzidos pelo, 541
irrigação, 420, 422
relação com o estômago, 534
dupla, 75
dura-máter
craniano, 272, 273
espinal, 284, 285

E

ECG (eletrocardiograma), 5, 449
ectoderma, 662
sistemas corporais derivados, 663
edema, 612
EEG (eletroencefalograma), 281
efeito poupador de glicose, 367
glicocorticoides, 373
efeitos da estimulação parassimpática, 313
efetor, 11-13
arcos reflexos, 300-301
feedback negativo, 12
feedback positivo, 13
na regulação homeostática, 11-13
sistema nervoso (visão geral), 255
somático, 261
visceral, 261, 307
efetores viscerais, 261, 307
divisão simpática, 308
eicosanoides, 360, 362
eixo longitudinal do corpo, 145, 161
eixo visual do olho, 343
eixo/diáfise (característica de superfície do fêmur), 147, 148
do fêmur, 147, 186
do úmero, 147, 148, 180
na formação óssea, 154, 155
ejeção ventricular, 446
ELA (esclerose lateral amiotrófica), 305
elastase, 551, 570
elastina, pele enrugada, 128
elementos formados a partir do sangue, 386
produção, 396-397
elementos inertes, 30-31
elementos reativos, 30-31
da água, 53
elementos, 29
do corpo humano (quadro), 29
inertes, 30-31
oligoelementos, 29
reações químicas, 35-40
reativos, 30-31
regras para descrição de fórmula química, 36
elementos, químicos, 29
eletrocardiograma (ECG/EKG), 5, 449
arritmias cardíacas, 461
eletroencefalograma (EEG), 281
eletrólitos, 42-43, 387
importantes no plasma, 387
na secreção sebácea, 134
nas secreções das glândulas sudoríferas, 135
elétrons, 27

níveis de energia, 30-31
nuvem de elétrons, 27, 28
elevação (movimento), 233
músculos da expressão facial, 236-237
tronco/músculos das costas, 240, 241
EM (esclerose múltipla), 305
embolia, 398
êmbolo, 398
embrião
definido, 647
pré-embrião, 660
embriologia, 659
embrionária, 661, 662
emetropia, 351
eminência intercondilar, 187
emoções
hipotálamo, 270
sistema límbico, 278
emulsificação, 568
endocárdio, 4, 434
endocitose mediada por receptor, 89
endocitose, 89
ATP, 559
endoderma, 62
sistemas do corpo derivados de, 663
endolinfa, 330, 331
ducto semicircular ampola, 332
rotação da cabeça, 330, 331
endométrio, 646, 665
endomísio, 206
endoneuro do nervo espinal, 292
endosteo, 153
endotélio
das artérias, 404, 405
das veias, 404, 405
energética, 582
energia, 35
anabolismo, 39, 559, 562, 564
armazenada (como energia potencial), 35
ATP, 57, 70-71, 222. *Veja também* **ATP**
carboidratos, 48, 566-567
catabolismo, 38, 559-563
celular, 57, 71, 562-563, 571
cinética, 35, 38
de ativação, 37
estudo de (energética), 582
fontes alimentares, 48-49, 574-575
luz, 348-349
metabolismo, 581-586
potencial, 35, 38
reações endergônicas, 37
reações exergônicas, 37
taxa metabólica basal, 582-583
temperatura corporal, 582-583
trabalho, 35
energia cinética, 35
catabolismo, 38
energia de ativação, 37
via metabólicas envolvidas, 37
enfermeiro dermatológico (queimaduras), 494-495
enfermeiro, 630-631
enfermeiro pediátrico, 686-687
engolir (deglutição), 532-533
entalhe jugular, 176
clavícula, 178
enterite, 553
enteropeptidase, 570
entrada da pelve, 185
envelope nuclear, 67, 74
enxofre (S), 29
enzima conversora da angiotensina (ECA), 458
enzimas, 37, 56-57
acetilcolinesterase, 210-211
digestora de proteínas, 537
DNA-polimerase, 79
energia de ativação, 37
eosinófilos, 387, 394, 395, 397, 479, 481
equilíbrio, 37
especificidade, 56
imunidade inespecífica, 477, 481
informações, 396-397
lipase lingual, 529
lisossomos, 72-73
magnésio como cofator, 29
metabólica, matriz mitocondria, 71
pancreáticas, 551, 556
proteolítica, 551
sítio ativo, 56
temperatura corporais muito altas, 55
vesículas de transporte do complexo de Golgi, 72
epêndima, 258
epicárdio (pericárdio visceral), 4, 434
epicôndilos (laterais/mediais)
do fêmur, 186
do úmero, 180, 181
epiderme, 123, 124-126, 131
como parte da membrana cutânea, 123, 131
epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, 99, 123
glândulas exócrinas de lubrificação, 131
grossa/fina, 124
luz solar, síntese de vitamina D3, 129, 131
mudanças relacionadas à idade, 137
não possui vasos, 125
pigmentação e cor da pele, 126-127
ponta dos dedos produz as impressões digitais, 125
relação com a derme, 123, 131
relação com a hipoderme, 123, 131
epidérmico, 125
na imunidade inespecífica, 477
epidídimo, 633, 634
epífise, 148
na formação ósseo, 154-155
epiglote, 532
receptores de gustação, 327
epilepsias, 281
epimísio, 206
epinefrina
alteração da frequência cardíaca, 451
alterações da pressão arterial, 457, 458
ativação simpática, 373, 458
derivado do aminoácido tirosina, 360
efeitos, 266, 373, 458
em resposta luta ou fulga, 308
fase de alarme em resposta ao estresse, 378-379
neurotransmissor, 266, 312
receptores, 362
secreção da medula da glândula suprarrenal, 365, 373
sistema de segundo mensageiro, 362
epinefrina (E), 266
epineuro do nervo espinal, 292
epitálamo, glândula pineal de, 275
epitélio colunar simples, 102
epitélio colunar, 102-103
estratificado, 103
pseudoestratificado, 103
simples, 102
epitélio cuboidal/cúbico, 95, 100
estratificados, 100
simples, 100
epitélio estratificado pavimentoso, 95, 99
da membrana cutânea, 108
epitélio estratificado, 95
colunar, 95, 103
cúbico, 95, 100
pavimentoso, 95, 99, 123
epitélio glandular. *Veja* **glândulas**
epitélio não queratinizado, 99
epitélio olfatório, 326
inervação, 294
epitélio pavimentoso simples (endotélio), 98
de nervos espinais, 292
no tronco/membros inferiores, 403
epitélio pavimentoso, 95, 98-99
epitélio pseudoestratificado colunar, 103
do sistema respiratório, 498
epitélio queratinizado, 99
epitélio simples pavimentoso, 95, 98
epitélio transicional, 101
epitélios simples, 95
colunar, 95, 102
cúbico (cuboidal), 95, 100
pavimentoso, 95, 98
EPO (eritropoietina), 397, 458
epônimos, termos anatômicos, 15
equações químicas balanceadas, 36
equilíbrio, 325, 330-333
aceleração linear, 330, 331, 333
anormalias do esqueleto axial, 177
distúrbios, 352
estruturas da orelha interna, 328, 330-333
inervação, 295, 328, 333
mácula/receptores maculares, 333
movimentos de rotação, 330, 331, 332
nervo vestibulococlear (VIII), 295, 328, 334, 335
receptores, 255, 325, 330-333
sensações de gravidade, 330, 331, 333
equilíbrio (em reações químicas), 39
equilíbrio ácido-base, 621-628
papel do sistema respiratório, 621
papel dos rins, 621
pH, 621, 622
sistemas tampão, 622-625
transtornos de, 625
equilíbrio de sódio, 618-619
equilíbrio hídrico, 618-619
equilíbrio hidroeletrolítico, 615-620
compartimentos de fluidos, 615
equilíbrio de hídrico, 616
equilíbrio de sódio, 618
equilíbrio hídrico, 618-619
equilíbrio mineral, 617
funções minerais, 617
rotas de perdas hídricas, 616
vias de absorção de íons, 617
eritroblasto, 397
eritroblastose fetal, 393
eritrócitos, 387. *Veja também* **glóbulos vermelhos**
formação, 396-397
eritropoetina (EPO), 397, 458
eritropoiese, 473. *Veja também* **formação dos glóbulos**
escala de pH, 44
escala timpânica, 334, 335, 337
escala vestibular, 334, 335, 337
escama (parte escamosa) do osso temporal, 164
escama frontal (fronte), 164
músculos faciais, 236, 237
escápula, 161, 178-179
articulação esferóidea, 194
articulação do úmero, 180
cavidade glenoide, 179
ossos planos, 146
relação com a clavícula, 178
esclera, 340, 342, 346
esclerose lateral amiotrófica (ALS), 305
esclerose múltipla (MS), 305
escoliose, 17
escroto, 633, 634
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
esfenoide, 162
seios esfenoidais, 167
seios paranasais, 167
esfera de hidratação, 42-43
esfíncter hepatopancreático, 550
esfíncter pilórico, 535
esfíncter uretral (externo/interno), 610
esfíncteres pré-capilares, 407
esmalte dos dentes, 530
esofagite, 552
esôfago, 521, 527, 532
deglutição, 532-533
epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado, 99
mucosa, 523
relação com o estômago, 535
transtornos, 552
espaço capsular, 594, 601
espaço epidural, 285
espaço morto (pulmões), 509
espaço subaracnoide
meninges cranianas, 272, 288
meninges espinhais, 285
espaço subdural, meninges cranianas, 273
especialização em diagnóstico por imagem, 24-25
especificidade de enzimas, 56
esperma (espermatozoides), 78, 633
caminho, 634, 637
capacitação, 637
hormônio folículo estimulante, 366
espermátides, 635
espermatócitos (primário/secundário), 635
espermatogênese, 635
espermatogônias, 635
espermatozoide, 635
espermiogênese, 635
espinha (característica de superfície do osso), 147
da pelve, 147
espinha (coluna vertebral), 170-175. *Veja também* **coluna vertebral**
espinha bífida, 683
espinha ilíaca anterossuperior, 183, 245
espinha ilíaca posterior superior, 183
espinha isquiática, 183
relação com a pelve, 185
espinhas ilíacas, 183
esqueleto apendicular, 145, 161, 178-190
articulação sacro-ilíaca, esqueleto axial, 184
articulações, 191-194
cíngulo do membro inferior, 161, 175, 183
cíngulo do membro superior, 178-179
componentes, 145, 161
funções, 145
membros inferiores, 17, 186-189
membros superiores, 17, 180-181
esqueleto axial, 145, 161-177
anormalias, 177
articulação sacroilíaca, esqueleto apendicular, 184
articulações, 191-194
caixa torácica, 161
cíngulo do membro superior, 178-179
coluna vertebral, 161, 170-175
componentes, 145, 161
crânio, 161, 162-169.
funções, 145, 161
movimentos de flexão/extensão, 230
músculos(resumo), 234-235
esqueleto, 161-190
anormalidades de crescimento, 156-157
apendicular, 145, 161, 170, 175
armazenamento de cálcio, 145
articulações do, 191-193
axial, 161-177, 190
embrionário, 154-155
funções, 145, 161, 178
ossos (anatomia macroscópica),145-160. *Veja também* **ossos**
puberdade, 155
tecido muscular esquelético, 93, 112
tipo de tecido, 110. *Veja também* **osso (tecido ósseo)**
estado de alerta (mental)
ativação simpática, 312, 378
fase aguda de resposta ao estresse, 378
mesencéfalo, 270, 279, 280
estado de alerta mental, resposta autonômica, 308
estágio de dilatação do trabalho de parto, 673
estágio placentário de parto, 673
estágios de vida, 675
estanho, 29
esterilização, cirúrgica, 653
esterno, 161, 176
articulação clavicular, 178
articulações, 191
coluna vertebral, 234
osso plano, 146, 176
esteroides, 51, 52
sintetizada pelo RE liso, 70

estimulação do músculo, 218-219
estimulação parassimpática, 313
estímulo/estímulos, 11
na regulação homeostática, 11-13
reflexos, 300-303
estímulos de dor, o papel da pele, 123
estiramento
colágeno/fibras elásticas, pele, 128
mecanorreceptores, 319
estômago, 17, 521, 527, 534-535
atividades digestórias, 544-545
camadas da parede do, 536
curvaturas, 534, 535
digestão de carboidratos, 566
digestão de proteínas, 570
doenças, 553
drenagem venosa, 423
epitélio simples colunar, 102
etapas do processo de digestão, 565
funções, 527, 536-537
inervação na divisão parassimpática, 311
inervação na divisão simpática, 310
irrigação, 420, 422
lipídios digeridos, 568
pH do ácido clorídrico, 44
estratégias contraceptivas, 652-653
estresse, 378
ativação simpática para, 312
estrias no músculo cardíaco/esquelético, 112
estribo (ossículo da orelha média), 329, 331, 334
estrogênio, 642
ciclo menstrual, 650
estrutura, 52
FSH, 366
glândulas mamárias, 671
glóbulos vermelhos, 386
hormônios esteroides, 360
hormônios placentários, 667
lipídios esteroides, 52
na puberdade, 677
no trabalho de parto, 672
secreção do corpo lúteo, 645, 667
estrutura da proteínas em folha pregueada, 55
estrutura hexose, glicose, frutose, 48
estrutura primária de uma proteínas, 54-55
estrutura quaternária de proteínas, 55
estrutura secundária de proteínas, 55
estrutura terciária alfa-hélice das proteínas, 55
estrutura terciária de proteínas, 55
estruturas acessórias do olho, 338-339
estruturas anexas da pele, 123, 131-142
etmolde, 162
seios paranasais, 167
ETS (sistema de transporte de elétrons), 560-561
metabolismo celular, 562-563
evaporação, como mecanismo de transferência de calor, 585
eversão (movimento), 233
do pé, 233, 246
excreção
glândulas exócrinas, 104
glândulas sudoríferas merocrinas, 135
papel da pele, 123, 131
exercício
mudanças na capacidade relacionadas à idade, 515
aumento da temperatura corporal, 35
débito cardíaco/fluxo sanguíneo, 460
fadiga muscular, 222-223
exocitose, 89
ATP, 559
complexo de Golgi, 70
de ACh na contração muscular, 211
expiração
ciclo respiratório, 509
mudanças de pressão, 507
músculos, 508
exposição à luz solar
câncer de pele, 127
envelhecimento e sensibilidade à, 137
queimaduras solares, 137
raquitismo e falta de, 129
síntese de vitamina D_3, 123, 129, 131
extensão (movimento), 230
do braço, 242
flexores do joelho, 244, 245
hiperextensão, 230
músculos da coluna vertebral e, 238
na articulação do cotovelo, 242-243
na articulação do ombro, 240, 241
na articulação do punho, 242
na articulação do tornozelo, 247
na musculos do quadril, 241
nas articulações dos dedos da mão, 242
nas articulações dos dedos do pé, 247
tronco/músculos do dorso, 240, 241
extensores da coluna vertebral, 191, 238
exterior/externa (rotação lateral), 232
extremidade acromial da clavícula, 178
extremidade esternal da clavícula, 178

F

face (região facial), 16
artérias da, 416
inervação, 294
músculos da expressão facial, 236-237
ossos da, 161, 162
relação com o crânio, 161, 162
veias, 417
fóveas (característica de superfície do osso), 147
fóveas articulares
das costelas, 236
das vértebras, 171, 173
fóveas costais das vértebras torácicas, 173
fadiga muscular, 222-223
fadiga, músculos, 222-223
fagócitos, 89, 477, 479, 481, 484, 485
anticorpos, 488
características funcionais, 479
imunidade especifica, 484-485
imunidade inespecífica, 477, 478, 481
macrófagos (fixos/livres), 106, 479, 481
reparo da ferida, 138
resposta a inflamação, 480
resposta imune, 484-485
fagocitose, 89
por células T ativadas, 484
resposta a inflamação, 115
tipos de glóbulos brancos capazes de, 394
falanges (dígitos), 16, 161
da mão, 182
do pé, 187, 188-189
metacarpal, 16, 182
ossos dos dedos do pé metatarsais, 16, 188-189
ossos dos dedos do pés,16, 188-189. *Veja também* **dedos do pé**
ossos dos dedos, 16, 182. *Veja também* **dedos**
faringe, 499, 521, 527, 532
deglutição, 532-533
inervação, 294
irrigação, 416
mucosa, 523
nervo acessório (XI), 294
nervo glossofaríngeo (IX), 295
osso hioide, 168
receptores de água, 327
receptores gustativos, 327
farmacêutico (ou farmacêutico bioquímico), 63
fáscia renal, 592
fáscia superficial. *Veja* **hipoderme**
fáscia toracodorsal **e, músculos da coluna vertebral, 238**
fáscia tóracolombar, 238, 241
fascículo muscular, 206
fascículos dos nervos espinais, 292
fase da contração, 218
fase das plaquetas de hemostasia, 398
fase de exaustão, 379
fase de hemostasia da coagulação, 399
fase de metáfase da mitose, 81
fase de relaxamento da contração muscular, 218
fase de telófase da mitose, 81
fase esofágica da deglutição, 533
fase expulsiva do trabalho de parto, 673
fase faríngea da deglutição, 533
fase folicular do ciclo do ovariano, 645, 650
fase lútea do ciclo ovariano, 645, 650
fase oral da deglutição, 533
fase prófase da mitose, 80
fase vascular da hemostasia, 398
fator de coagulação (VII), 399
fator intrínseco, 537, 572
fator plaquetário, 399
fator tecidual (fator de coagulação), 399
fator X (fator de coagulação), 399
fatores de coagulação do sangue/produtos químicos (pró-coagulantes), 13, 399
fatores de coagulação/químicos (pró-coagulantes), 13 (processo), 398, 399
perda de sangue, 13, 398-399
fatores estimuladores de colônias (CSFs), 397
FC (fibrose cística), 498
FC. *Veja* **frequência cardíaca**
febre, 477, 480, 481
infecções do trato urinário, 612
feedback, 12
na regulação homeostática, 11-13
negativo, 12
positivo, 13
feixe AV, 447
feixe de ramos ventriculares (AV), 447
feixe muscular atrial, 435
feixes musculares do miocárdio atrial, 434
fêmur, 161, 186
características de superfície, 147, 186
força, 152
na articulação do joelho, 186, 193
na articulação do quadril, 186
ossos longos, 146
fenda sináptica, 210-211, 266-267
fendas de filtração, 601
fenilcetonúria (PKU), 578
fenótipo, 679, 680, 681
ferro (Fe), 29
elementos do corpo humano, 29, 617
percentual da massa corporal total, 29
unidades heme da hemoglobina, 389
fertilização (concepção), 652, 659, 660-661
espermatozoides, 637
fetal, 666
local, 660
ovócitos, 647
feto, 647
gestação de desenvolvimento, 659
vasos sanguíneos, 666
fezes, 527, 544
íons absorvidos, 617
fibras aferentes, 261
fibras colágenas, 106
crescimento ósseo, 153
em tendões, 107, 205
na cartilagem, 109, 110
na derme, 128
na matriz óssea, 110, 111, 149
no tecidos conectivos densos, 107
porcentagem do peso do osso, 149
vasos sanguíneos, 404, 405
fibras de Purkinje, 447
fibras do fuso, 80
fibras eferentes, 261
fibras elásticas, 106
dos alvéolos, 502-503
na cartilagem, 109, 110
na derme, 128, 137
nas artérias, 404, 405
fibras musculares,112, 206. *Veja também* **fibras/células musculares esqueléticas**
fibras nervosas (axônios)
na papila do pelo, 132
na pele, 123, 131
no miocárdio do coração, 434
fibras perfurantes, 153
fibras pós-ganglionares, 308, 309
nervo vago, 311
no SNP, 312
parassimpático, 309, 311, 313
simpático, 308, 310, 312
fibras pré-ganglionares, 308, 309
nervo vago, 311
no SNP, 312, 313
parassimpático, 309, 311, 313, 448
simpático, 308, 310, 312, 448
fibras reticulares, 106
na cartilagem, 110
fibras Tipo A-sensações de dor, 319
fibras Tipo C- sensações de dor, 319
fibras/células musculares esqueléticas, 112, 206-215
contração muscular, 218-219
contração. *Veja* contração do músculo esquelético
efetores somáticos, 261
fontes de energia armazenadas, 222-223
unidades motoras, 220
fibrilação atrial (FA), 461
fibrilação ventricular (FV), 461
fibrina, 387, 399
fibrinogênio, 387, 399
fibrinólise, 399
fibroblastos, 106
no tecido conectivo denso, 107
reparo das feridas, 138-139
fibrocartilagem, 109
fibrocartilagem do menisco, 193
fibrodisplasia ossificante progressiva (FOP), 157
fibrose, 115
fibrose cística (FC), 498
fíbula, 161, 186, 187
articulação com a tíbia, 187, 191
cabeça, 187, 246
maléolo lateral, 187, 234
movimento dos músculos do pé, 246, 247
na articulação do joelho, 187, 246
na articulação do tornozelo, 187
fígado, 521, 527, 547, 549
absorção de lipoproteínas, 569
açúcares simples, 567
aminoácidos, 571
circuito sistêmico dos vasos sanguíneos, 410
colesterol, 569
doença, 552
drenagem venosa, 421
funções digestórias, 547, 565
hormônio do crescimento, 367
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
irrigação, 420, 422
na fadiga muscular/recuperação, 222
processos metabólicos, 567
proteínas plasmáticas sintetizadas/liberadas, 387
QIE (quadrante inferior esquerdo), 17
regulação do nível de glicose no sangue, 375
relação aos quadrantes abdominopélvicos, regiões, 17
termorreceptores, 319
filamentos
do corpo celular do neurônio, 256
intermediário/espessura, 69
filamentos de proteico, 7
filamentos espessos, 69, 207
contração muscular, 69, 212, 217
filamentos finos, 207
contração muscular, 212, 217
filamentos grossos, 207
filamentos intermediários, 69
filtração, 454
renal, 599, 600-601
troca capilar, 454-455
filtrado, 594, 604
fímbrias da tuba uterina, 643, 646
fisiologia, 5

relação da anatomia com, 6
níveis de organização, 7
introdução, 2-25
fissura (característica de superfície do osso), 147
fissuras dos hemisférios cerebrais, 270
fissuras dos pulmões (horizontais/oblíquas), 501
flagelo dos espermatozoides, 635
flato (gases intestinais), 566
flexão (movimento), 230
dorsiflexão, 20
lateral, 230
músculos da coluna vertebral, 238
músculos do pescoço, 237
músculos do tronco, 239
na articulação do cotovelo, 243
na articulação do joelho, 244
na articulação do ombro, 240
na articulação do polegar, 243
na articulação do punho, 243
na articulação do quadril, 244, 245
na articulação do tornozelo, 247
nas articulações dos dedos da mão, 243
nas articulações dos dedos do pé, 246
plantar, 230
flexão plantar, 230, 246
flexores, 244-245
ação muscular, 244, 245
flexura cólica (esquerda /direita), 542-543
flexura sigmoide, 543
flexuras
cólica esquerda/direita, 542, 543
sigmoide, 543
fluido amniótico, 664
fluido extracelular, 66
ajustes celulares para mudanças, 91
circulação, 470
concentrações de íons, 262
difusão, 85, 86-87, 88
equilíbrio ácido-base, 622-625
equilíbrio do fluido, 616
equilíbrio hídrico, 618-619
equilíbrio sódico, 618-619
fatores que afetam o volume, 616
fluido intersticial, 66
gradiente de concentração, 86, 88
membrana plasmática, 68, 263
mudanças de pH, 624
percentagem da composição total do corpo, 615
pinocitose, 89
processos de transporte ativo, 89
processos de transporte passivo, 88
sistemas tampão, 624-625
fluido intersticial, 66
capilares linfáticos, 468
composição do pH/íon, 385
composição, 615
difusão de gás, 510-511
fluido extracelular, 66
quimiorreceptores, 319
recirculação, 470
semelhanças com o plasma, 386
SNC, 273
troca capilar, 453, 454
fluido intracelular (ICF/citoplasma), 66
composição, 615
concentrações de íons/proteína, 262
desvio de fluido, 616
equilíbrio de água e sódio, 618-619
lisossomos, 66, 72-73, 484
mudanças de pH, 624
porcentagem do total do corpo
sistemas tampão, 624-625
solutos no, processo de difusão, 86-87
fluido seroso, da cavidade pericárdica, 434
fluido sinovial, 108, 192
fornecimento de nutrientes para a cartilagem articular, 108, 148
fluido tubular, 594, 595, 604-605
fluidos corporais
eletrólitos, 42-43
proteínas e moléculas de água, 43
quimiorreceptores, 319
regulação do pH, 44-45
sistema tampão, 45
tipos de moléculas encontradas em, 43
flúor, 29
fluxo de membrana, 73
fluxo sanguíneo 454-455
angioplastia por cateter, 442
ciclo cardíaco, 445-452
cor da pele afetada por, 127
débito cardíaco, 450-451
depois da lesão do tecido, 115
em repouso/em atividade, 460
gradiente de pressão, 454
mecanismos de autorregulação, 456
miocárdio, 438-439
na homeostase da temperatura do corpo, 12
núcleos hipotalâmicos, 278
perfusão dos tecidos, 456
periférica e diabete melito, 377
periférico, 453-462
pressão sanguínea, 454
resistência periférica, 454
retorno venoso, 451, 453
stent, 442
valvas cardíacas, 440-441
valvas venosas, 408
foice do cerebelo, 272
foice do cérebro, 272
folículo piloso, 123, 131, 132-133
danos à, habilidade de reparação, 139
mudanças relacionadas à idade, 137
músculo eretor do pelo, 132, 134
secreção das glândulas sebáceas, 132
folículos ovarianos, 644-645
folículos sebáceos, 134
folículos tireoidianos, 368
fome
proteínas, 563
reservas metabólicas, 579
tecido neural, 562
fonoaudiólogo, 518-519
fontículo anterior, 169
fontículo occipital, 169
fontículos esfenoidais, 169
fontículos mastoides, 169
fontículos, 169
fontes de energia
ácidos graxos/gorduras, 50-51
carboidratos, 48, 566-567
lipídios, 50-53
primária: glicose, 4
forame, 147
da coluna vertebral, 170, 171, 172, 175
do crânio, 165
interventricular, 271
jugular, 165, 417
obturado, 183
sacral, 175
transversário, 170, 172
forame magno, 165
canal vertebral, 165
forame oval, 165
forame transverso das vértebras cervicais, 170, 172
forame vertebral, 171
das vértebras torácicas, 170, 173
de vértebras cervicais, 170, 172
de vértebras lombares, 170, 174
diferenças regionais, similaridades, 170
forame intervertebral, 171
forames olfatórios, 166
forças (mecânicas), ossos longos, 152
forças elétricas, 28
eletrólitos, 42-43
taxa de difusão iônica, 88
formação de células do sangue (eritropoiese),
função do sistema esquelético, 145
medula óssea vermelha, 145, 148
formação de vesículas nos processos de transporte ativo, 89
formação óssea (ossificação), 150, 154-155
endocondral, 154
intramembranosa, 155
formação reticular, 278, 280
formula química, 36
fórnice, 648
fosfato de cálcio (CaPO4)
como eletrólito, 43
na matriz óssea, 150
porcentagem do peso do osso, 149
fosfolipídios, 51-53
lípidios estruturais, 52
membrana plasmática, 68
pelo retículo endoplasmático liso, 70
fosforilação oxidativa, 561
fosforilação, 561
fósforo (P), 29
absorção, calcitriol, 129
efeitos de deficiência/excesso, 573
funções, 617
significado no corpo humano, 29, 573, 617
fossa (característica da superfície óssea), 147
da pelve, 147
intercondilar, 186
radial, 180
fossa coronoidea do úmero, 180
fossa infraespinal, 179
fossa intercondilar do fêmur, 186
fossa mandibular, 165
fossa olécdrano, 180
fossa oval, 440
fossa radial, 181
fossa subescapular, 179
fossa supraespinal da escápula, 179
fossetas gástricas, 537
fotorreceptores, 340, 346, 347-349
células bipolares, 347
células ganglionares, 346
eixo visual, 343
mecanismo de fotorrecepção, 348-349
pigmentos visuais, 348
via visual, 350
fóvea do olho, 343, 346
fratura aberta (fratura exposta), 159
fratura composta(fratura exposta), 159
fratura de Colles, 159
fratura de Pott, 159
fratura em galho verde, 159
fratura fechada (fratura simples), 159
fraturas (ossos)
desenvolve um grande coágulo, 158
formação do calo, 158
fraturas cominutivas, 159
fraturas deslocadas, 159
fraturas em espiral, 159
fraturas epifisárias, 159
fraturas não deslocadas, 159
fraturas por compressão, 159
cifose, 177
osteoporose, 174, 195
vértebras lombares, 174
fraturas simples (fechadas), 159
fraturas transversas, 159
frênulo lingual, 529, 548
frequência cardíaca (FC), 5, 8, 445
anormal, 449
aorta, 5, 440, 441
ativação simpática, 312, 378
atrioventricular, 5, 440, 441
automaticidade, 447
bulbo, 270
débito cardíaco, 450-451
diástole, 445, 446
distúrbios (doença cardíaca valvular), 443
eletrocardiograma, 449
em repouso/atividade, 448, 460
estimulação parassimpática, 313, 448, 451
estimulação simpática, 448, 451
eventos elétricos, 5, 447
fases do ciclo cardíaco, 445
fatores que interferem, 451
hormônios que afetam, 451
hormônios tireoidianos, 369
inervação cardíaca, 448
máxima, 447
regulação do SNA, 448
regulação hormonal, 451, 453
regulação nervosa, 451, 453
resposta luta ou fuga, 308, 378
sistema de condução, 447
sístole, 445, 446
sons cardíacos, 443
sons, 443
valva artificial/protética biológica, 443
valvas cardíacas, 440-441
frequência das ondas sonoras
ciclos do som, 336-337
unidade de medida, 336
frequência respiratória
ativação simpática, 312, 378
níveis de dióxido de carbono (CO_2), 513
resposta luta ou fuga, 308, 378
frutose, 48-49
hidrólise, 61
FSH (hormônio folículo estimulante), 366, 636, 642
derivado de glicoproteínas, 360
puberdade, 677
funções autônomas do tronco cerebral
bulbo, 270
hipotálamo, 270, 278
sistema de ativação reticular, 280
sistema límbico, 275, 278
funções endócrinas, da pele, 129
funções gerais do sisema digestório, 527
funções intelectuais, sistema límbico, 278
funções subconscientes
controle da contração muscular, 220
hipotálamo, 278
mesencéfalo, 270
músculos esqueléticos, sistema nervoso somático e, 307
núcleos da base, 271
sistema límbico, 278
tálamo, 278
fundo do estômago, 534, 535
fundo do útero, 647
fusos musculares, reflexo de alongamento, 300
FV (fibrilação ventricular), 461

G

gametas
femininos, 641, 642
fertilização, 660-661
masculinos, 633, 635
gânglio celíaco, 308, 310
gânglio coccígeo, 310
gânglio parassimpático, 313
gânglios autonômicos, 261, 307
neurônios motores do SNC, 307
gânglios cervicais simpáticos, 310
gânglios colaterais, 308
gânglios da cadeia simpática, 292, 308, 310
gânglios da cadeia simpática, 308, 310
cardíacos, 448
no SNP, 312
gânglios da raiz dorsal, 283, 284, 292
herpes-zóster, 293
infecção ou dano dos, 293
via da coluna posterior, 298
gânglios mesentéricos (inferior/superior), 308, 310
gânglios periféricos, 307
gânglios sensitivos, 261
nervos cranianos, 292
gânglios terminais da divisão parassimpática, 309, 311
gânglios, 260, 261
basal. *Veja* núcleos basais
GAS (síndrome geral de adaptação), 378-379
gás intestinal (flatulência), 566
gás intestinal, 566
gases
artérias gástricas (esquerda/direita), 422
difusão por meio da membrana plasmática, 88
inertes, 30
transporte do sistema cardiovascular, 8

gases inertes, 30
gases respiratórios
alterações de pressão, 506-507
transporte de glóbulos vermelhos, 388-389
gastrina, 541, 545
gastrite, 553
gastroenterite, 553
gastrulação, 662
GCs (glicocorticoides), 373
genes, 76-77
hormônios esteroides, 362
hormônios tireoidianos, 369
locus, 680
"suicida", 78
"genes suicidas", morte das células, 78
genética, 679-684
cor da pele, 126
cromossomos, 679
desenvolvimento anormal, 683
doenças, 196, 400, 682-683
genótipo/fenótipo, 679
padrões de herança, 680-681
pigmentação normal da pele, 681
gengivas, 529
gengivite, 531, 552
genitália externa, 633
corpúsculos táteis, 321
femininas, 641, 642
irrigação, 424
masculinas, 633, 634
receptores de pressão, 321
genoma humano, 680
genótipo heterozigoto, 680
genótipo, 679, 680, 681
gestação, 659
GH, 367. *Veja também* **hormônio do crescimento**
***Giardia lamblia*, diarreia, 553**
gigantismo, 157
giro pós-central do córtex cerebral, 274, 275
giro pré-central do córtex cerebral, 274, 275
giros do córtex cerebral, 270
glande do pênis, 638
glândula da próstata, 633, 634, 637
glândula hipófise, 361, 365, 366-367
círculo arterial cerebral, 418
hormônios do lobo anterior, 360, 363, 366-367
hormônios do lobo posterior, 363, 367
hormônios secretadas por, 363, 366-367
localização, 166, 366
neurônios do hipotálamo, 366
relação com nervos cranianos, 294
sistema portahipofisário, 363
glândula lacrimal, 339
inervação, 295, 309, 311
glândula lacrimal, 339
inervação, 295, 309, 311
glândula pineal, 275, 278, 361, 365, 376
glândula tireoide, 361, 365, 368-369
controle da glândula hipófise, 363, 365, 366
epitélio cúbico simples, 100
fase de resistência da resposta ao estresse, 379
hormônios, 360, 368-369, 667
iodo, 29
glândulas bulbouretrais, 633, 634, 637
glândulas ceruminosas, 328
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
glândulas da paratireoide, 370
glândulas de óleo,134-135. *Veja também* **glândulas sebáceas**
glândulas do tarso/tarsais (glândulas de Meibomio), 338
glândulas duodenais, 313
glândulas endócrinas, 94, 104
comunicação intercelular, 359, 362
glândulas exócrinas, 94, 104-105, 123
epitélio simples cúbico, 10
na pele, 134-135
secreções, 104-105, 134-135
glândulas gástricas, 537
células, 537
da parede do estômago, 536, 537
estimulação parassimpática, 313
glândulas intestinais, 538
glândulas mucosas, 523, 524
glândulas nasais, 309
glândulas paratireoides, 361, 370-371
concentração de íons de cálcio, 365, 371
glândulas ramificadas simples, 134
glândulas salivares parótidas, 548
inervação, 295, 309
secreções, 104, 548
glândulas salivares sublinguais, 548
inervação, 295, 309
secreções, 105, 548
glândulas salivares
componente da cavidade oral, 528
epitélio colunar estratificado, 103
inervação parassimpática, 309, 311, 313
inervação simpática, 308, 310
secreções merócrinas, 105
vírus da caxumba, 552
glândulas sebáceas, 132, 134
danos às, formação necessária da reparação, 139
estrutura anexa à pele, 123, 132, 134
glândula exócrina, 105, 134
glândulas tarsais, 338
imunidade inespecífica, 478
mudanças relacionadas à idade, 137
secreção, 132, 134
glândulas seminais, 633, 634, 637
glândulas submucosas, 523, 524
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
mudanças relacionadas à idade, 137
glândulas sudoríferas, 135
apócrinas, 135
da derme, 128
epitélio cúbico estratificado, 100
imunidade inespecífica, 477
inervação na divisão simpática, 310
lesão, 139
merócrinas, 135, 137
núcleos hipotalâmicos, 278
órgão anexo da pele, 123, 131
regulação homeostática, 12, 379
resposta autonôma, 308, 378
glândulas suprarrenais (adrenais), 361, 372-373
córtex. *Veja* córtex da glândula suprarrenal (adrenal)
drenagem venosa, 421
funções reguladoras, 365
gânglio simpático, 308
hormônios secretados por, 365, 372, 373
irrigação, 420
medula. *Veja* medula da glândula suprarrenal (adrenal)
órgãos retroperitoneais, 372
produção de testosterona, 636
glândulas unicelulares, células mucosas, 104
glândulas vestibulares (maior/menor), 648
glândulas, 94, 104-105
efetor viscerais, 261
endócrina, 94, 104, 359, 361
epitélio e relações, 94
exócrina, 94, 104-105, 134-135
inervação dos gânglios autonômos, 307
regulação do SNA, 255
secreções, 92, 94, 104-105, 263
glicerídeos, 51
glicerol, 51
glicina (gli), 54
glicocálix, 68
glicocorticoides (GCs), 373
glicogênese, 563
glicogênio, 48-49, 222-223
absorção de glicose da corrente sanguínea, 49
ativação simpática, 312
contração, 57, 222-223
excesso de glicose armazenado, 567
hormônio do crescimento e, 367
metabolismo celular, 562, 563
músculos esqueléticos, 222
resposta ao estresse, 379
síntese, insulina, 374
sintetizado pelo retículo endoplasmático liso, 70
glicogenólise, 563
glicolipídios, 51, 53
estruturalmente, 53
membrana plasmática, 68
glicólise, 563, 567
gliconeogênese, 563, 571, 579
em resposta à fase de resistência do estresse, 379
glicoproteínas, 68, 360
glicose, 48-49
contração muscular, 222-223
diabete melito, 377
difusão facilitada, 88
digestão, 566
disposição do atômo, 48
fadiga muscular, 222-223
glicogênio, 48, 374
hormônio do crescimento, 367
hormônios glicocorticoides, 373
metabolismo celular, 562, 563
metabolismo, 567, 571
na urina, 599
natureza hidrofílica, 42
no plasma, 599
taxa de difusão, 88
glicosúria, 377
globulinas de ligação da tireoide (TBGs), 369
globulinas de transporte, 387
globulinas, 387
glóbulos vermelhos (eritrócitos), 386, 387, 388-389
androgênios e produção de, 386
anemias, 400
antígenos de superfície, 390-391
capilares, 388-389
ciclo de vida, 389
formação, 150, 396-397
hormônios tireoidianos, 369
malária, 401
reação de aglutinação, 488
tipo sanguíneo, 390-391
trocas gasosas, 505, 510-511
glomérulo, 594, 596, 597
glote, 499
glucagon, 374
em resposta à fase de resistência do estresse, 379
secretam no pâncreas, 547
glutamina, 266
GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina), 677
gônadas, 633
femininas, 641
hormônios secretados por, 361
masculinas, 633
reguladores hormonais, 366
gonadotrofina coriônica humana (hCG), 613, 667
gonfose, 191
gorduras, 50-51
como molécula hidrofóbicas, 43
metabolismo, 568-569, 571
gota, 578
gradiente de concentração, 86
difusão, 85, 86-87, 88
gradientes de pressão
alterações de pressão durante a respiração, 506-507
alveolar, 507
fluxo de sanguíneo, 454
intrapulmonar, 507
grandes vasos do coração, 436
granulações aracnoides, 273
gravidade
contrações musculares isométricas, 221
equilíbrio, 330, 331, 333
gravidez
ajustes fisiológicos 671
antígeno de superfície Rh, 392-393
desenvolvimento embrionário, 659, 661-663
desenvolvimento fetal, 664-669
esforço, anatômico, 670
hormônio luteinizante, 366
hormônio ocitocina, 367
hormônio prolactina, 367
necessidades de nutrientess, 671
riscos associados, 671
testes, 613, 667
trimestres, 659
grelina, 576
grupo adutor dos músculos da coxa, 235, 244
grupo amino, 54
grupo carboxila, 50, 54
grupo de músculos eretores da espinha, 238
grupo iliocostal dos músculos eretores da espinha, 238
grupo longuíssimo do músculo eretor da espinha, 238
Grupo R (cadeia lateral) de aminoácidos, 54-55
grupo respiratório dorsal (GRD), 512
grupo respiratório ventral (GRV), 512
grupos de alimentos, 574-575
grupos fosfato
ácidos nucleicos, 58-59
ligações de alta energia, 57
GRV (grupo respiratório ventral), 512
guanina (G), 58-59
código genético, síntese de proteínas, 76-77
gustação (paladar), 325, 327
córtex cerebral, 276, 325
gostos doce/salgado/azedo/amargo/umami, 327
mudanças relacionadas à idade, 352
receptores de água, 327
receptores, 255, 325, 327
sentido da olfato, 352

H

hálux, 16, 188
haustra, 543
Hb. *Veja* **hemoglobina**
HbO2 (oxi-hemoglobina), 389
hCG (gonadotrofina coriônica humana), 613, 667
HCL. *Veja* **ácido clorídrico**
HDL (lipoproteínas de alta densidade), 569
hélice do DNA, 59, 75
***Helicobacter pylori*, úlceras pépticas, 553**
hélio (He), 30
hematócrito (PCV), 386
hematoma de fratura, 158
como ciclos de feedback positivo, 13
fases da hemostasia, 398-399
papel das plaquetas, 387, 396, 398-399
pelo em bastão, 13
reparo de feridas, 138-139
hematopoese, 396-397
heme, 389
hemiázigo, 421
hemisfério cerebral esquerdo, 277
hemisférios cerebrais (cérebro), 270-271
córtex cerebral, 270
direito (funções do), 277
esquerdo (funções do), 277
estruturas do sistema límbico, 275, 278
lateralização hemisférica, 277
lobos, 274-275
ventrículos, 271
vias motoras, 299
vias sensitivas, 298
hemocitoblastos, 396
hemodiálise, 606-607
hemofilia, 400
hemoglobina (Hb), 55, 389
cor da pele afetada por, 127
pigmento vermelho, 127
hemólise dos glóbulos vermelhos, 390
hemorragia, vasoconstrição, 409
hemorroidas, 408, 543

hemostasia, 398-399
heparina, 114
anticorpos, 488
hepatite A, B, C, 552
herança, 679-684
características, 680
distúrbios, 400, 682-683 (transtorno)
fenótipo, 679
genótipo, 679
poligênica, 681
problemas metabólicos, 156
simples, 680
hérnia de disco, 195
herpes-zóster, 293
sensitivo especial, 294
hertz (Hz), 336
hiato esofágico, 533
hiato sacral, 175
hidrocortisona (cortisol), 373
hidrogênio (H), 28, 29, 30-31
de compostos orgânicos, 47
de lipídios, 50-53
de proteínas, 54-55
dos carboidratos, 48-49
fórmula química, 36
ligação covalente simples, 33
molécula, 33
percentagem do peso corporal total, 29
hidrólise, 38
de glicerídeos, 51
de ligações peptídicas de aminoácidos, 54
de sacarose, 49
de triglicérideo, 51
importância da água, 41
reações de decomposição, 38
vs. síntese de desidratação (exemplos), 39, 49, 51
hidróxido de sódio (NaOH), 45
hilo
do pulmão, 501
do rim, 592
hímen, 648
hipercapnia, 513
hiperextensão (movimento), 230
hiperglicemia, 377
hipermetropia, 351
hipertensão (portal), 549
hipertrofia (músculo), 224
hipertrofia prostática benigna (BPH), 639
hiperventilação, 513
hipervitaminose, 573
hipocampo, células-tronco neurais, 257
hipocapnia, 513
hipocôndrio direita, 17, 540
hipocôndrio esquerdo, 17, 540
hipoderme, 123, 128
acumulação de caroteno, 126
pele em relação à, 123, 128
hipoglicemia, fome, 579
hipotálamo, 270, 278, 361, 363
ativação simpática e ação hipotalâmica, 312
centros autonômo, 278, 307, 363, 367
centros de termorreguladares, 584-585
emoções, 270
hormônios secretados por, 363, 367
informações olfativas, 326
lobo posterior da glândula hipófise, 366
mecanismos de integração/coordenação/controle, 363
núcleos motores viscerais, 307
órgão do sistema endócrino, 361, 363
órgão do sistema nervoso, 270, 275, 278
receptores de água, 327
reflexo da descida do leite, 674
regulação da temperatura corporal, 584-585
relação com o córtex cerebral, 275
sistema límbico, 278
termorreceptores, 319
hipoventilação, 513
hipovitaminose, 573
hipóxia, 397, 505
histamina
anticorpos, 488
resposta à lesão de tecidos, 114
histologia, 92
histonas, no núcleo da célula, 75
HIV (vírus da imunodeficiência humana), 491
homens
contagem de hemoglobina, *vs.* nas mulheres, 389
cromossomo X, 679
glóbulos vermelhos, *vs.* nas mulheres, 388
hematócrito, *vs.* no sexo feminino, 386
resposta a testosterona na puberdade, 676
sistemas genital, 633-641
homeostase, 3, 11-13
coagulação, 398-399
comunicação intercelular, 256, 359
em nível celular, 65
equilíbrio ácido-base, 626-627
equilíbrio do sódio, 89, 618-619
equilíbrio hídrico, 618-619
glândula hipófise, 366-367
glândulas suprarrenais, 372-373
hipotálamo, 363
hormônio da paratireoide, 370-371
hormônios da tireoide, 368-369
hormônios pancreáticos, 374-375
mecanismos de feedback negativo, 12-13
mecanismos de feedback positivo, 13
níveis de CO2 respiratórios, 513
perfusão tecidual, 456
pressão arterial, 456-459
recirculação do fluido intersticial, 470
reflexos e conservação, 30
regeneração tecidual, 114-115
regulação do PH dos fluídos corporais, 44-45
sobrevivência baseada na, 11
volume de sangue, 458-459
homúnculo
motor, 299
sensitivas, 298
hormônio antidiurético, (ADH/vasopressina), 367
equilíbrio de sódio, 618-619
equilíbrio hídrico, 618-619
hormônio peptídico, 360
liberação pela hipófise, 363, 367
pressão sanguínea/regulação do volume, 458
reabsorção renal de água, 602-603, 605
resposta de resistência ao estresse, 379
síntese hipotalâmica 278, 363, 367
hormônio da paratireoide (PTH), 370-371
hormônio do crescimento (GH), 367
acromegalia, 157
disposição, 157
gigantismo, 157
glândulas mamárias, 667, 671
hormônio peptídico, 360
nanismo hipofisário, 156
resposta à fase de resistência do estresse, 379
secreção do lobo anterior da hipófise, 367
hormônio estimulante da tireoide (TSH), 360, 366
hormônio estimulante de melanócitos (MSH), 367
hormônio folículo estimulante (FSH), 366, 636, 642
derivado de glicoproteínas, 360
puberdade, 677
hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), 677
hormônio luteinizante (LH), 366, 636
derivado de glicoproteínas, 360
puberdade, 677
hormônios, 360-362. *Veja também* **hormônios específicos**
aminoácido derivado, 360
ativação simpática, 312
colesterol como um componente de, 52
como secundo mensageiro, 362, 365, 366
complexo de Golgi, 72
comunicação intercelular, 359, 362
da medula da glândula suprarrenal, 308, 310, 363
da membrana plasmática, 362
de resposta luta ou fuga, 308
derivados lipídicos, 360
digestórios, 541-544-545
do hipotálamo, 270
do sistema genital masculino, 636
durante a gravidez, 667, 671
esteroide, 52, 129, 224, 360, 362, 366
estimulação parassimpática, 313
flacidez da pele, envelhecimento, 128, 137
influência sobre as glândulas sudoríferas apócrinas, 135
mecanismos utilizados nas células alvo, 362
mudanças relacionadas à idade na secreção, 137
não esteroide, 362
papel do sangue no transporte, 385
peptídicos, 360, 362, 366
placentários, 667
regulação do equilíbrio de minerais ósseos, 150-151
reguladores, 151, 363
sintetizada pelo retículo endoplasmático liso, 70
variação do volume sistólico, 451
hormônios adrenocorticotróficos (ACTH/corticotrofina), 366
hormônios da glândula tireoide, 365
hormônios esteroides, 52, 362
ACTH, 366
calcitriol, 129
corticosteroides, 372, 373
estrogênio, 52, 360, 366
glicocorticoides, 373
glicogênio, 224
hormônios derivados do lipídio, 360
mecanismos de ação, 362, 372
musculação, 224
testosterona, 52, 366
hormônios gonadotróficos, 366, 650
hormônios não esteroides, 362
mecanismos de ação, 362
hormônios peptídicos, 360
da glândula hipófise, 366
receptores, 362
hormônios sexuais (andrógenos)
estrógeno, 642
feminino, 642
hormônio esteroide, 360
hormônio folículo estimulante, 366, 636
hormônio luteinizante, 366, 636
lipídio esteroide, 52
masculino, 636
mudanças na secreção relacionadas à idade, 137
produção de glóbulos vermelhos, 386
testosterona, 52, 366, 636, 676
hormônios tróficos, 366
hPL (lactogênio placentário humano), 667, 671
HPV (papiloma vírus humano), 651
humor aquoso, 340
Hz (Hertz), 336

I

ICF, 66. *Veja também* **fluido intracelular**
icterícia, 552
íleo, 540, 542
ílio, 183
pelve, 184
ilhotas de Langerhans (ilhotas pancreáticas), 374
ilhotas pancreáticas (ilhas de Langerhans), 374
implantação do blastocisto, 661
impressões digitais, 125
impulsos nervosos. *Veja* **potenciais de ação**
imunidade, 477, 483, 484-485
ativa, 483, 484-485
barreiras físicas, 477, 478, 481
defesa específica (adaptativa), 477, 483-492
defesa inespecífica (inata), 477-482, 483
distúrbios, 490-491
fagócitos, 89, 477, 479, 481
febre, 477, 480, 481
interferons, 477, 481
mediada por anticorpos (humoral), 472, 473, 484, 485
mediada por células (celular), 472, 473
mudanças relacionadas à idade, 491
passiva, 483
resposta inflamatória, 477, 480, 481
sistema do complemento, 477, 481, 488
vigilância imunológica, 472, 473, 477
imunidade ativa artificialmente induzida, 483
imunidade ativa naturalmente adquirida, 483
imunidade ativa, 483
ativação naturalmente/artificialmente, 483
imunidade celular 472, 484
imunidade específica (adaptiva), 486-492
imunidade humoral (imunidade mediada por anticorpos), 472, 473, 484
imunidade inata (inespecífica), 477-482, 483
imunidade mediada por anticorpos (imunidade humoral), 472, 473, 484, 485
imunidade passiva artificialmente induzida, 483
imunidade passiva naturalmente adquirida, 483
imunoglobulinas/Igs (anticorpos), 487. *Veja também* **anticorpos**
imunossupressão, 490
inalação
ciclo respiratório, 509
exercício, bomba respiratória, 460
mudanças de pressão, 507
músculos, 508
incisivos (dentes), 530
incisura cardíaca, 501
incisura isquiática maior, 183
incisura radial, 181
incisura troclear da ulna, 181
incisura ulnar do radio, 181
incontinência, 612
índice de massa corporal (IMC), 577
inércia térmica, 41
infância (fase da vida), 674, 675
crânio e fontículos, 169
infarto, 398
infarto do miocárdio (ataque cardíaco), 398
danos da anoxia, 505
diabetes melitus, 377
infecção, 115
oportunista, 491
pele, envelhecimento, 137
infecções oportunistas, 491
inferior (termo direcional), 18
inflamação (resposta à inflamação), 115, 480
ação dos anticorpos, 488
anticorpos IgE, 487
hormônio cortisol, 337, 373
imunidade inespecífica, 477, 481
lesões da pele, 138
mastócitos, 106, 114
infundíbulo, 642, 643, 646
ingestão, 527
inibina, 366, 636, 642

inserção /origem dos músculos esqueléticos, 228
axial *vs.* músculos apendiculares, 234-235
insuficiência renal, 606-607
insula, 274
insulina, 374, 547
peptídio inibidor gástrico (GIP), 545, 566
resistência, 377
síntese de glicogênio nos músculos esqueléticos, 374
inteligência, tamanho do cérebro, 269
intensidade dos sons, 336, 337
interação entre excitação e contração, 217-219
interfase (ciclo de vida da célula), 78-80
interferons, 477, 481, 485
interneurônios, 261
nos reflexos, 301
internodal, 259
SNP, 260
intervalo P-R em eletrocardiogramas, 449
intervalo Q -T em eletrocardiogramas, 449
intestino delgado, 17, 521, 527, 538-539, 540
absorção de íons de fosfato, 151
absorção de nutrientes, 538-539, 565
atividades digestórias (fluxograma), 544-545
camadas da parede, 538-539
células mucosas (calciformes), 104
digestão de carboidrato, 566
digestão de lipídios, 568
digestão proteica, 570
distúrbios, 553
drenagem venosa, 423
em relação às regiões abdominopélvicas, quadrantes, 17
epitélio colunar simples, 102
hormônios, 541
inervação na divisão simpática, 311
inervação na divisão parassimpática, 311
íons de cálcio absorvidos na dieta, 151
irrigação, 420, 422
intestino grosso, 17, 521, 527, 542-543
absorção de íons fosfato, 151
bactérias residentes, 544, 565
células mucosas, 104
digestão, 544-545, 565
doença, 553
drenagem venosa, 423
epitélio colunar simples colunar, 102
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
íons de cálcio absorvidos da dieta, 151
irrigação, 420, 422
reabsorção de água, 544-545
relação com as regiões abdominopélvicas, quadrantes, 17
intumescências da medula espinal, 283
invasão de tumores, 82
inversão (movimento), 233
do pé, 247
iodo (I), 29
íon de hidróxido (OH-), 44
ácido bases, 45
escala de pH, 44
íon negativo (ânion), 31
íon positivo (ânion), 31
íons cálcio (Ca2+)
calcitonina e regulação, 368
coagulação do sangue, vitamina K, 400
funções, 617
hormônio da paratireoide, 370, 371
na contração muscular, 209, 210, 214-215, 217
notação química de descrição, 36
osteólise (reabsorção), 150
potencial de membrana, 262
íons de amônia, no plasma, 387
íons de bicarbonato (HCO3-), 45, 511, 599
íons de cloreto (CL-), 32
ácido clorídrico, 45
fórmula química (cloro), 36
funções, 617
no fluido extracelular, 262
no plasma, na urina, 599
potencial de repouso de neurônios, 262
íons de hidrogênio (H+), 44
íons de iodeto, hormônios da tiroide, 368, 369
íons de potássio (K+)
funções, 617
no plasma, urina, 599
no potencial de repouso de neurônios, 262
potencial de ação, 263
transporte através da membrana plasmática, 89
íons de sódio (Na+), 31
atividade neural, 262-265
bomba de troca sódio/potássio, 89, 262, 264
contração do músculo esquelético, 213, 217
equilíbrio de sódio, 618-619
fluido extracelular, 262
formação, 32
funções, 617
liberados na dissociação de eletrólitos, 43
membrana plasmática, 89, 262
na urina, 599
plasma, 599
potencial de ação, 264-265
regra de notação química, 36
significado no corpo humano, 42, 617
soluções básicas, 45
íons fosfato
ATP, contração muscular, 214-215, 222-223
ossos, osteólise, 150
íris, 338, 340
músculos da pupila, 343
isótopos, 28
isquemia coronariana, 442
ísquio, 183
pelve e, 184
istmo da tuba uterina, 646

J

janela oval, 329, 331, 334, 337
janela redonda, 334, 337
jejuno, 540
absorção de nutrientes, 565
atividades digestórias, 544-545
junção neuromuscular (JNM), 210-211, 217
junções intercelulares, 96-97
discos intercalados, 112
junções, 96-97
de células do músculo cardíaco, 97, 112, 435
de células epiteliais, 96-97

K

kcal (calorias), 574
KCl (cloreto de potássio), 43

L

lábios da boca, 528. *Veja também* **lábios**
lábios da genitália externa feminina, 641, 642, 648
lábios, 528
ação muscular, 236, 237
corpúsculos táteis, 321
inervação, 295
lábios maiores, 648
lábios menores, 648
labirinto membranoso, 330-331
labirinto ósseo da orelha interna, 328, 330-331
lactação, 649
lactase, 566
lactato, 222-223
lácteo (capilar linfático), 538, 539
quilomícrons, 568, 569
lactogênio placentário humano (hPL), 667, 671
lactose, 48
lacuna/lacunas, 109, 150
cartilagem, 109
células ósseas, 110, 111, 150, 151
da cavidade amniótica, 661
lágrimas, 339
lamelas, 150, 152, 153
lâmina própria, 108, 498
da parede do estômago, 537
do esôfago, 532
mucosa do trato digestório, 523
lâminas do arco vertebral, 171
lombar, 174
laqueadura, 653
laringe, 499, 532
inervação, 294
irrigação, 416
osso hioide, 168
receptores gustativos, 327
laringofaringe, 499, 532
LASIK (correção visual a laser), 351
lateral (termo direcional), 18
lateralização hemisférica, 277
LCR. *Veja* **fluido cerebrospinal**
LDL (lipoproteínas de baixa densidade), 569
lecitina, 51
lei de Starling do coração, 451
leite (materno)
anticorpos, 674
hormônio ocitocina, 367
hormônio prolactina, 367
lisozima, 674
reflexo de descida, 674
secreção de glândulas apócrinas, 105, 135
leito capilar/redes, 407
alvéolo, 502-503
autorregulação do fluxo sanguíneo, 456
plexo papilar, 127
vênulas, 405, 407
leito ungueal, 136
lente do olho (cristalino), 340, 342
ligamentos, 342
miopia/hipermetropia, 351
refração, 344-345
leptina, 576
lesões
cascata de hemostasia, 398-399
coagulação do sangue, 13, 385, 398-399
coágulo de sangue, 138-139, 158
envelhecimento, 137
na pele, 137, 138-139
nas células nervosas, 256
nos tecidos, 114-115
ósseas, 149, 158-159
resposta inflamatória, 115
lesões dos tecidos, inflamação, 115
leucemia linfoide, 401
leucemia mieloide, 401
leucina, 76
leucócitos granulares, 394, 395
leucócitos, 387. *Veja também* **células brancas do sangue**
LH (hormônio luteinizante), 366, 636
derivado de glicoproteínas, 360
puberdade, 677
ligação covalentes simples, 33, 50
ligação do substrato, 56
ligações
covalente, 33
iônica, 32
química, 31-33
ligações covalentes, 33
alta energia, 57
catabolismo, 38
dupla, 33, 50
lipídios, 50
polares, 33
simples, 33, 50
ligações covalentes polares, 33, 42
esferas de hidratação, 42-43
ligações de alta energia, 57
ligações iônicas, 32
de compostos inorgânicos, 47
desmaturação, 55
difusão através da membrana plasmática, 88
dissociação (ionização), 42-43
eletrólitos, correntes elétricas, 42-43
fórmula química, 36
interação, 55
ionização (dissociação), 42-43
íons, 31
negativa (ânion), 31
positiva (cátion), 31
ligações peptídicas, 54-55
ligações químicas, 31, 32-33
covalente, 33
iônico, 32
ligamento arterioso, 437
ligamento coronário do fígado, 459
ligamento do ovariano, 643
ligamento falciforme, 549
ligamento largo, 643
ligamento nucal, 241
ligamento patelar, 193, 245, 247
ligamento periodontal, 530
ligamento redondo do fígado, 549, 550
ligamentos
acessório, 193
bursas (bolsas), 193
crescimento ósseo, 153
da mama, 649
da pelve, 184
das vértebras, 171, 172
do joelho, 193
do olho, 342
do ovário, 643
do sistema esquelético, 145
do útero, 643
femoral, 186
funções, 6
locais de fixação no crânio, 164, 172
nucal, 241
patelar, 193
pelve, 184
sindesmose, 191
tecido conectivo denso modelado, 107
uterina, 643
vértebras cervicais, 172
ligamentos acessórios das articulações sinoviais, 193
ligamentos colaterais
radial, 272
ulnar, 272
limbo da córnea, 340
linea áspera do fêmur, 186
linfa, 467, 468-469
formação, 470
lácteos, 539
linfedema, 471
linfoblastos, 397
linfócitos, 106, 387, 394, 395, 397, 467, 472-473
células B, 472, 473
células T,472, 473. *Veja também* **linfócitos T**
órgãos produtores, 396, 473
produção, 396-397, 473
linfonódos axilares, 467
linfonodos cervicais, 467
linfonodos inguinais, 467
linfonodos torácicos, 471
linfopoiese, 473
língua, 521, 527, 528, 529
epitélio pavimentoso estratificado, 99
funções, 529
osso hioide, 168
papilas gustativas, 327
receptores gustativos, 327
linha (característica da superfície do osso), 147
linha alba, 234, 239
linha epifisária, 155
linha intertrocantérica do fêmur, 186
linha M, 208, 209
alveolar, 503
fixa, 106, 479, 481livre, 106, 479, 481

macrófagos, 89, 479, 481
medula óssea vermelha, 467
na contração de uma fibra muscular, 214-215
reparo de feridas, 138
resposta inflamatória, 480
linhas glúteas, 183
linhas temporais (inferior /superior), 164
linhas Z, 208, 209, 212, 435
lipase, 568
lipase gástrica, 537
lipase lingual, 529
lipase pancreática, 551
lipídios, 50-53
ácidos graxos/gorduras, 50, 51
adipócitos, 106
armazenamento no sistema tegumentar, 123, 128, 131
catabolismo, 565
difusão através da membrana plasmática, 88
digestão, 529, 565, 568-569
enzimas catalizadoras de síntese de, 57
esteroides, 52
estrutura, 51, 52-53
fosfolipídios, 568
glicerol, 51
glicolipídios, 68
hormônios derivados, 360
locais de armazenamento, 106, 123, 128
mensageiros químicos, 52
metabolismo, 568-569
micelas, 568
na urina, 599
no plasma, 599
percentual da massa corpórea total/ peso, 51
reserva de nutrientes, 562-563
síntese, 49, 51, 57
tipos (tabela), 51
lipoproteínas de alta densidade (HDL), 569
lipoproteínas de baixa densidade (LDL), 569
lipoproteínas, 568-569
líquido cerebrospinal (LCE), 258, 273
medula espinal, 258
meninges cranianas, 272
quimiorreceptores, 319, 323
ventrículos docérebro, 258, 273
lisossomos, 67, 72-73
melanossomos, 126
na resposta imune, 484
organela membranosa celular, 66
lisozima, 339, 478, 674
lítio (Li), 30
lobo caudado do fígado, 549
lobo direito do fígado, 549
lobo frontal do córtex cerebral, 274, 275
núcleos do tálamo, 278
lobo occipital do cérebro, 275
lobo parietal do córtex cerebral, 274, 275
lobo quadrado do fígado, 549
lobo renal, 593
lobo temporal do córtex cerebral, 274, 275
sistema límbico, 278
lobos
do córtex cerebral, 274-275
do fígado, 549
do hemisfério cerebral, 274-275
dos pulmões, 501
lobos das glândulas mamárias, 649
lóbulo esquerdo do fígado, 549
lóbulos das glândulas mamárias, 649
locais de ligação de antígenos, 486
locais de receptores, ACh, contração muscular, 211, 217
loco (gene), 680
lordose, 177
lubrificação
ação da água, 53
fluido sinovial, 192
glândulas exócrinas, 104
lúmen, 95
lúnula da unha, 136
luz (visível)
anatomia do posicionamento ocular, 342-343
camadas da retina, 346-347
comprimentos de onda, 348
cones *vs.* bastonetes, 347, 348, 349
constritores da pupila/dilatação, 343
córnea e passagem de, 340, 342
fótons, 348
fotorreceptores, 340, 342, 347-349
quantidade, músculos da pupila, 313
visão refratada, 344-345
luz UV. *Veja* **radiação ultravioleta (UV)**

M

macrófagos fixos, 106 (livres), 479, 481
macrófagos livres, 106, 479, 481
mácula do olho, 343, 346
magnésio (Mg), 29
efeitos de deficiência /excesso, 573
elementos do corpo humano/ peso, 29
funções, 617
significado no corpo humano, 29, 573, 617
malária, 401
maléolo
lateral, de fíbula, 187, 234
medial, da tíbia, 187, 234
maléolo lateral da fíbula, 187, 234
maléolo medial da tíbia, 187, 234
MALT (tecido linfoide associado à mucosa), 467, 474, 478
maltase, 566
maltose, 48
corpúsculos lamelares, 321
dissacarídeo, 48
durante a gravidez, 671
epitélio estratificado cúbico, 100
glândulas mamárias, 105, 641, 649
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
hormônio lactogênio placentário humano (hPL), 667
mecanismo de secreção de glândulas apócrinas, 105
ocitocina e produção de leite, 367
prolactina e produção de leite, 367
reflexo da descida do leite, 674
secreções, 105, 135
mama (região mamária), 16
mamilos (mama), 649
corpúsculos táteis, 321
glândulas sudoríferas apócrinas adjacentes, 135
mandíbula, 162
ação muscular, 236
articulação com os osso temporal, 163
fontículos, 169
gonfoses, 191
relação com outros ossos do crânio, 164, 167
manganês, 29
manúbrio, 176
articulação plana, 194
relação com a clavícula, 178
mão, 16
dedos da mão. *Veja* articulações dos dedos da mão, 194
drenagem venosa, 413, 415, 421
irrigação, 412, 414
movimentos, 243
músculos que movem, 234-235, 242-243
ossos, 182
palma. *Veja* palma
marca-passo ectópico, 461
margens da escápula (lateral/medial/ superior), 179
margens do coração (esquerda/direita/ inferior/superior), 433
martelo (ossículo auditivo), 329
massa celular interna, 661, 662
massa muscular, atrofia, 224
massa, 27
mastigação, 529
inervação, 295
músculos, 236-237
nervo trigêmeo (V), 295
mastócitos, 106, 480
ativação na lesão tecidual, 114, 138
imunidade inespecífica, 477, 481
matéria, 27
matriz
da cartilagem, 109
das mitocôndrias, 71
de osso, 92, 110, 111
de pelo, 132
do sangue, 92. *Veja também* **plasma**
do tecido conectivo, 92
nuclear, 74
matriz nuclear, no nucleoplasma, 74
matriz óssea, 92
crescimento aposicional, 153
fibras de colágeno, 110
hormônio da paratireoide, 371
ossificação intramembranosa, 155
osso esponjoso, 152
osteólise (reabsorção), 150
maturação sexual, melatonina, 376
maturidade (fase da vida), 659, 675
maxilas
ação muscular, 236-237
dentes, 530-531
drenagem venosa, 417
gonfose, 191
inervação, 295
inferior, 162. *Veja também* **mandíbula**
irrigação, 416
movimento de protração, 233
nervos, 165
osso temporal, 163
ossos do crânio em relação, 162
superior, 162. *Veja também* **maxilas**
maxilas, 162
características da superfície, 164
fontículos, 169
gonfose, 191
músculos faciais, 236-237
processos alveolares, 164
seios paranasais, 167
meato acústico
externo, 164, 328, 329
interno, 166
meato acústico externo, 164, 328, 329
cartilagens elásticas, 109, 328
inervação, 295
meato acústico interno, 166
meato/canal (característica de superfície do osso), 147
mecanismo, 583
mecanismos de ação, 362
mecanismo de feedback negativo, 12
homeostase, 11, 12
vs. mecanismo de feedback positivo, 13
mecanismo de secreção de glândulas apócrinas, 105
mecanismo de secreção holócrina, 105
mecanismo de secreção merocrina, 105
glândulas sudoríferas apócrinas/ merocrinas, 135
mecanismo de troca capilar, 453, 454-455
mecanismo de troca por contracorrente, 585
mecanismos de transporte passivo, 85, 88
difusão, 85, 86-87, 88
osmose, 87, 88
mecanismos de transporte vesicular, 85, 89
mecanorreceptores, 319
mecanorreceptores de compressão, 319
mecanorreceptores de torção, 319
medial (termo de direção), 18
mediastino, 21, 436
médico ultrassonografista, 24-25
medula do ovário, 643
medula espinal, 282-285, 288, 414
divisão simpática, 308
do embrião, 269, 668
drenagem venosa, 417
fissuras, 283, 284
forame magno, 165
gânglios da cadeia simpática, 308
intumescência, 282
irrigação, 414, 420
líquido cerebrospinal, 258, 273
marcas anatômicas, 283
meninges, 285
nervos espinais, 282-283
neurônios motores somáticos, 307
neurônios motores, 299
núcleos autonômos, 307
núcleos motores somáticos, 307
reflexos, 300-303
relação com o tronco encefálico, 270, 271
segmentos, 282, 283vias sensitivas, 298
sistema nervoso central, 255
substância cinzenta, 283, 284
tratos ascendentes, 284
vértebras cervicais, 172
via corticospinal, 299
via da coluna posterior, 298
medula óssea vermelha, 145, 148
carecem de vasos linfáticos 469
produção de células sanguíneas, 396-397
produção de linfócitos, 467, 473
medula óssea, 148
amarela, 148
formação de células do sangue, 145, 148
tecido cicatricial, 139
vermelha, 145, 148
medula renal, 593, 595, 604
medula da glândula suprarrenal (adrenal)
controle hipotálamo, 363
epinefrina, 308, 312, 363, 373
inervação simpática, 308, 310, 363
norepinefrina, 308, 312, 363, 373
secreção hormonal, 373
medula, do pelo, 132, 133
megacariócitos, 97
meiose, 78
espermatócitos, 635
ovogênese, 644
melanina
cor da pele, 126-127
efeitos de proteção, 123
hormônio estimulante de melanócitos, 367
hormônios da glândula hipófise, 365
produção da pele, 123, 137
síntese pelo melanócito, 106
melanócitos, 106, 126
câncer, metástase, 127
cor da pele, 126, 127
cor do cabelo, 133
envelhecimento, 137
hormônio estimulante de melanócitos, 367
melanoma maligno, 127
melanossomos, 126
melatonina, 376
derivado de aminoácido triptofano, 360
secretado pela glândula pineal, 365, 376
membrana basal, 96, 126
membrana basilar, 334, 335
membrana celular. *Veja* **membrana plasmática**
membrana cutânea (pele),108,123-130. *Veja também* **pele**
característica impermeável, 108
componentes(visão geral), 123, 131
derme, 123, 128, 131
epiderme, 123, 124-126, 131
estruturas acessórias da pele, 123, 131
funções, 123
hipoderme, 123, 128
parte do sistema tegumentar, 123
membrana elástica das artérias, 404
membrana otolítica, mácula, 333
membrana plasmática, 66, 68-69
atividades coordenadas, 85-90

atividades do complexo de Golgi, 72-73
canais (poros), 68, 262
colesterol, 51, 52
despolarização, 264
difusão, 85, 86-87, 88
em células/fibras musculares esqueléticas, 207
fluxo de membrana, 73
impulsos nervosos, 266-269
permeabilidade, 68, 85-90, 262-265
polarização, 264
potencial de ação, 263, 264-265
potencial de membrana, 262
potencial de repouso, 263, 264
processos de transporte ativo, 89
processos de transporte passivo, 88
proteínas, 68-69
transportar substâncias através da, 85-90
membrana pós-sináptica, 266, 267
membrana pré-sináptica, 266
membrana respiratória, 503, 505, 510
membrana sinovial, 108
articulação do joelho, 193
membrana tectória, 335, 337
membrana timpânica (tímpano), 328, 329
meato acústico externo, 164, 328
ondas sonoras, 329, 336-337
ossículos da orelha média, 168, 328, 329, 337
tom/volume de sensações sonoras, 336-337
membrana vestibular, 334, 335, 337
membranas celulares impermeáveis, 85
membranas celulares permealidade, 85
mecanismos ativo/passivo de transporte, 85-90
membrana plasmática, 68-69, 85
membranas, 108
celular. *Veja* membrana plasmática
cutânea, 108, 123-129, 131
mucosa, 108
permeabilidade, 85-90
serosa, 108
sinovial, 108, 192, 193
membranas extraembrionárias, 662, 664-665
membranas livremente permeáveis, 85
membranas mucosas (mucosa), 108
das paredes do estômago, 108, 536
das paredes do ureter, 108
do esôfago, 108, 523
do intestino delgado, 108
do sistema digestório, 108, 522-523, 524, 532, 536
do sistema genital, 108
do sistema respiratório, 108, 498
do sistema urinário, 108
membranas serosas, 08
do coração, 434
membro superior (braço), 16
cíngulo do membro superior, 178-179
drenagem venosa, 413, 415, 421
inervação, 282, 296, 297
irrigação, 412, 414
movimentos, 243
músculos, 234-235, 242-243
osso, 6, 146, 180
membros
inervação, 292
inferior,17, 161. *Veja também* **membros inferiores**
músculos, 242-247
ossos, 145, 180-182, 186-189
parte do esqueleto apendicular, 145
superior,17, 161. *Veja também* **membros superiores**
membros inferiores, 17, 161
cíngulo do membro inferior, 183
divisão simpática, 308
drenagem venosa, 413, 425
inervação, 282, 292, 296, 297
irrigação, 412, 424
ossos, 145, 186-189
vs. membros superiores, peso corporal, 186
membros superiores, 17, 161
caixa torácica, 176
cíngulo dos membros superiores, 178-179
diferem dos membros inferiores, peso corporal, 186
divisão simpática, 308, 310
drenagem venosa, 413, 415, 421
inervação, 296, 297
irrigação, 412, 414
músculos, 234-235, 242-243
ossos, 145, 180-182
menarca, 650
meninges
craniana, 272-273
espinal, 273, 285
menisco/meniscos da articulação do joelho, 193
menopausa, 650
mensageiros químicos
hormônios, 359
interferon, 477
lipídios, 52
neurotransmissores, 359
transportados pelo sangue, 385
mergulhadores, desmaio de superfície, 513
mesencéfalo, 269, 270, 278
aqueduto cerebral, 271, 273
componentes, 277
núcleos parassimpáticos, 309
núcleos sensitivos, 278
via corticospinal, 299
vias motoras, 299
vias sensitivas, 298
mesentério, 522
ligamento largo, 643
receptores de pressão (corpúsculos lamelares), 321
mesoderma, 662
origem de sistema corporal, 663
mesovário, 643
metabolismo, 35, 50, 559, 565-580
aeróbico, 71
celular, 559-564
de ácidos graxos, 50
de carboidratos, 566-567
de lipídios, 568-569
doença, 156, 578-579
glicocorticoides, 373
hormônios da glândula suprarrenal, 365
reações químicas, 35
resposta autônoma, 308, 310, 312
respostas parassimpáticas, 309, 311, 313
respostas simpáticas, 308, 310, 312
taxa metabólica, 308
metabolismo aeróbico, 71, 559AF (fibrilação atrial), 461
metabolismo celular, 559-664
ciclo do ácido cítrico e, 560-561
vias envolvidas, 562-563
metabolismo da glicose
ACTH, 366
hormônios glicocorticoides, 373
metabolismo do cálcio
calcitriol, 123, 129
vitamina D3, pele, 123, 129
metabólitos, 47, 565
metarteríola, 407
metástase (tumores), 82-83
método da tabelinha (controle de natalidade), 653
métodos de controle de natalidade, 652-653
MgCl2 (cloreto de magnésio), 23
miastenia gravis, 225
micção (urina), 591, 610
barorreceptores, 322
estimulação parassimpática, 313
reflexo, 611
micelas, 53, 568
microfilamentos, 68-69
microglia, 258
microtúbulos, 69
microvilosidades, 66-67
das células epiteliais, 95, 96, 103
mielina, 259
mieloblastos, 397
minerais, 573
mineralocorticoides (MCs), 373, 379
armazenamento no sistema esquelético, 145
equilíbrio mineral, 617
hormônios da glândula suprarrenal, 365
matriz óssea, atividade do osteócito, 150
minerais, 573, 615
nos ossos, 110, 145, 150, 151, 369
principal, resumo dos, 573
processamento do sistema digestório, 9
reservas, 617
miocárdio, 4, 434
eventos elétricos, 5
histologia, 435
irrigação, 434, 438
musculatura atrial, 434
miofibrilas, 207, 208
contração muscular, 210-211, 213
fascículo muscular, 206
fibra muscular esquelética hipertrofia, 224
tecido muscular cardíaco, 435
miofilamentos, 207
miométrio, 646, 666
verdadeiro trabalho de parto, 672
miopia, 351
mitocôndrias, 66, 71
células epiteliais, 125
ciclo de ácido cítrico, 560-561
contração muscular, 222-223
hipertrofia muscular esqueléticas, 224
metabolismo aeróbio, 71, 559, 561
Produção de ATP, 71, 222-223, 559, 560
vias anabólicas, 562, 563
vias catabólicas, 559, 562-563
mitose, 78, 80-81
espermatogônias, 635
ovogônias, 644
molares (dentes), 530
moléculas, 27, 33
apolar, 33
átomos, 27-29
carboidratos, 48-49
composto comparado à, 32-33
compostos orgânicos *vs.* inorgânicos, 47
fórmula química, 36
ligações covalentes, 32-33
lipídio, 50-53
polar, 33
propriedades funcionais, 7
proteína, 7, 54-55
moléculas apolares, 33
água, 33, 42-43
moléculas de adesão celular (CAMs), 97
moléculas de miosina, 209
na contração muscular, 214-215
moléculas hidrofílicas, 42
fosfolipídios, 53, 70
glicolipídios, 53
membranas intracelulares, 70
moléculas hidrofóbicas, 43
ácidos graxos, 50
fosfolipídios, 53, 68
glicolipídios, 53
gorduras/óleos, 43, 50
lipídios estruturais, 52
membrana plasmática, 52, 68
moléculas lipossolúveis, mecanismos de transporte, 86-87
moléculas orgânicas, carbono, 29
moléculas polares, 33
água, 33, 42-43
molibdênio, 29
monoblastos, 397
monócitos, 387, 394, 395, 397, 479, 481
formação, 396-397
medula óssea vermelha, 467
monofosfato de adenosina (AMP), 57
como um nucleotídeo, 58
monoglicérides, 51
monoidrogenofosfato de sódio, 43
monossacarídeos, 48. *Veja também* **açúcares simples**
monossomia, 682
monte púbico, 648
morte
célula, 78
células cancerígenas, 83
rigor mortis, 225
temperatura corporal alta, 55
mórula, 660
mosquitos, transmissão da malária, 401
movimento, energia (cinética), 35
movimentos aprendidos
área de associação motora somática, 276
campo de visão frontal, 276
núcleos da base, 271
movimentos de massa, 543
movimentos do corpo
amplitude de movimento e, 191
aprendido, 271, 276
articulações sinoviais, 194
articulações, 191-194
contração muscular e, 228
movimentos leves, unidades motoras, 220
papel dos núcleos da base, 271
tecido do músculo esquelético e, 112, 205
tipos de, 230, 232, 233
trabalho celular, energia, 35, 559
MSH (hormônio estimulante de melanócitos), 367
mucina, 104, 105, 547
mucosa oral, 528
mucosa/mucosas, 108. *Veja também* **membranas mucosas**
mudança de fluído, 616, 618
mulheres
contagem de hemoglobina, *vs.* nos homens, 389
cromossomo Y, 679
glóbulos vermelhos, *vs.* nos homens, 388
hematócrito, *vs.* dos homens, 386
sistema genital, 641-654
muscular da mucosa (sistema digestório), 523, 524, 532, 536, 538
muscular externa (sistema digestório), 522, 523, 524, 535, 536
músculo ancôneo, 235
músculo bíceps braquial, 228, 234, 243
músculo bíceps femoral, 235, 244
como músculo agonista, 228
tuberosidade radial, 181, 243
músculo braquial, 234, 243
músculo braquiorradial, 228, 234, 235, 243
músculo bucinador, 229, 236, 237
músculo coracobraquial, 240
músculo cremaster do escroto, 634
músculo da face, 234, 236, 237
músculo dartos do escroto, 634
músculo deltoide, 234, 235, 240, 241
úmero, 180, 240
músculo detrusor da bexiga urinária, 610
músculo dos quadríceps, 245
músculo esternocleidomastóideo, 234, 235, 240
inervação, 294
músculo inspiratório acessório, 508
músculo extensor radial do carpo, 234, 242
músculo extensor ulnar do carpo, 235, 242
músculo fibular longo, 234, 246, 247
músculo flexor radial do carpo, 234, 243
músculo flexor ulnar do carpo, 234, 235, 243
músculo gastrocnêmio, 234, 235, 246, 247
contração muscular, 218-219
músculo glúteo máximo, 235, 241, 244
músculo glúteo médio, 234, 235, 241
músculo grácil, 234, 235, 244

músculo iliopsoas, 234, 245
músculo levantador da escápula, 241
músculo levantador da pálpebra superior, 341
músculo masseter, 236, 237
músculo occipital, 237
músculo occipital frontal, 234, 235
músculo orbicular da boca, 236, 237
músculo orbicular do olho, 236, 237
músculo palmar longo, 234
músculo peitoral maior, 234, 240
músculo peitoral menor, 240, 508
músculo plantar, 235
músculo pronador redondo (teres), 234
músculo quadrado do lombo, 238
músculo reto do abdome (abdominal), 234, 239, 240
músculo reto femoral, 234, 245
músculo romboide, 235, 241
músculo sartório, 229, 234, 235, 244
músculo semitendíneo, 244
músculo serrátil anterior, 234, 239, 240
músculo acessório da inspiração, 508
na regulação homeostática, 11-13
para a temperatura corporal, 12
ponto de ajuste, 11
músculo sóleo, 234, 235, 246, 247
músculo temporal, 234, 236, 237
locais de fixação, 164
músculo tibial anterior, 234, 247
músculo transverso do abdome, 239, 240
músculo transverso do tórax, 508
músculo trapézio, 234, 235, 240, 241
inervação, 294
músculo traqueal, 500
músculo tríceps braquial, 234, 242, 243
cabeças lateral/longa, 235, 242
músculo agonista, 228
tecido conectivo do tendão, 107
músculo vasto intermédio, 245
músculo vasto lateral, 234, 245
músculo vasto medial, 234, 245
músculo zigomático, 236, 237
músculos
apendicular, 227, 234, 235, 240-247
axial, 227, 234-241
da cabeça e pescoço, 236-237
da coluna vertebral, 238
da coxa, 244-245
da expressão facial, 236-237
da mão, 242-243
da mastigação, 236-237
da orelha (média), 329
da perna, 246-247
das costas, 241
do antebraço, 242-243
do braço, 234-235, 242-243
do cíngulo do membro superior, 240-241
do olho (extrínsecos), 236-237
do pé, 246-247
do pescoço, 236, 237, 238
do tronco, 239
dos dedos da mão, 242-243
dos dedos do pé, 246-247
fadiga, 222-223
músculos acessórios da expiração, 508
músculos acessórios da inspiração, 508
músculos agonistas (músculos motores primários), 228
músculos antagonistas, 228
músculos apendiculares, 227, 234-235, 240-247
da coxa, 244-245
da mão, 242-243
da perna, 246-247
do antebraço, 242-243
do braço, 242-243
do pé, 246-247
dos membros inferiores, 244-247
dos membros superiores, 242-243
funções, 228, 234
músculos do tronco/dorso, 239-241
músculos axiais, 227, 234-241
da coluna vertebral, 238
da mastigação, 236-237
do pescoço, 236-237, 241
do tronco,239, 240, 241
expressão facial, facial
funções, 228, 234
músculos oculares (extrínsecos), 340-341
origens, 234
músculos constritores da faringe, 533
músculos da expressão facial, 236-237
inervação, 295
músculos da língua
inervação, 294, 295
osso hioide, 168
músculos da pupila (constritor/dilatador), 343
inervação parassimpática, 313
músculos do esfíncter
ampola hepatopancreática, 550
das pupilas, 343
efeitos da estimulação parassimpática, 313
hiato esofágico, 533
piloro, 535
pré-capilares, 407
tecido muscular esquelético, 205
válvula ileocecal, 540
músculos eretor de pelo, 132
contração e folículos pilosos, 132, 134
estrutura de acessórios da pele, 123, 132, 133
glândulas sebáceas, 134
inervação simpática, 310
músculos eretores da espinha, 238, 241
músculos escalenos, 508
músculos esqueléticos, 112, 205
absorção de ácidos graxos, 569
atrofia, 224
camadas de tecidos conectivos, 206
células. *Veja* fibras/células musculares esqueléticas
contração. *Veja* contração do músculo esquelético
deposição de osso, 157
em repouso/em atividade, 460
estrutura, 206-209
fatores, 224-225
fraqueza, 224-225
funções, 112, 206
gerando tensão, 217-220
hipertrofia, 224
hormônio do crescimento (GH), 367
inervação pelo neurônio motor somático, 261
movimentos do corpo, 205
mudanças relacionadas à idade, 224
músculos apendiculares,234-235, 240-247
músculos axiais, 234-241
nutriente/ oxigênio privação de, 225
proprioceptores, 261, 319
rigor mortis, 225
sistema nervoso somático, 255
tecidos, 93, 112
tendões/aponeuroses, 206
termorreceptores, 319
termos usados na terminologia (tabela de resumo), 229
tipos, 205, 206
tônus muscular, 220, 224
via corticospinal, 299
vias motoras, 299
músculos expiratórios, 508
músculos extensores da coluna vertebral, 238
músculos extensores dos dedos, 234, 235, 243, 247
músculos faciais, 236-237
inervação, 295
origens/inserções, 236
queixo, 164
músculos flexores da coluna vertebral, 238
músculos flexores dos dedos da mão, 243
músculos inspiratórios (acessória/primária), 508
músculos intercostais (externos/internos), 239, 508
músculos isquiotibiais, 244
músculos lisos
das artérias, 404, 405
das veias, 404, 405
dos folículos pilosos, 132
esfíncteres, 343, 407
inervação /regulamentação do SNA dos, 255, 307
músculos motores principais (músculos agonistas), 228
músculos oblíquos
da camada muscular externa, 535, 536
do olho, 294, 339, 341
do tronco, 234, 235, 239, 240, 241, 508
músculos oblíquo externo, 234, 235, 239, 240, 241, 508
músculos oblíquos internos, 239, 240, 508
músculos oculares intrínsecos
inervação, 294, 309
na camada vascular do olho, 340
músculos papilares, 440, 441
músculos pectíneos, 440
músculos respiratórios, 508
nervo frênico, 297
músculos retos
da coxa, 245
do abdome, 239
do olho, 294, 339, 341
músculos sinergistas, 228

N

NaCl (cloreto de sódio), 43
nádegas (região glútea), 17
nanismo hipofisário, 156
narinas, 214, 499
nariz (região nasal), 16, 167
cartilagem, 109
inervação, 294
músculos faciais, 236-237
ossos nasais, 162
nascimento (parto), 673
fatores de início do trabalho de parto, 673
nasofaringe, 499, 532
infecção do orelha média, 328
NE. *Veja* **norepinefrina**
néfrons corticais, 595, 597
néfrons justamedulares, 595, 597
néfrons, 594-595
nefropatia diabética, 377
neon (Ne), 30
neoplasia trofoblástica gestacional, 663
nervo abducente (VI), 294
nervo acessório (XI), 294
nervo acústico. *Veja* **nervo vestibulococlear**
nervo axilar, 296
nervo cardíaco, 448
nervo coccígeo, 282, 291
nervo cutâneo femoral (lateral/posterior), 297
nervo facial (VII), 295
gânglios parassimpáticos, 309
gânglios simpáticos, 308, 310
inervação de estruturas da orelha, 328, 329
papila gustativa, 327
nervo femoral, 296, 297
reflexos, 303
nervo fibular (comum/profundo/superficial), 297
nervo frênico, 296, 297
nervo glossofaríngeo (IX), 294
gânglios simpáticos, 308, 310
informação sensorial e visceral, 322
núcleos parassimpáticos, 309
papila gustativa, 327
quimiorreceptores dos corpos carotícos, 323
nervo glúteo (inferior/superior), 296, 297
nervo hipoglosso (XII), 294
nervo isquiático, 183, 296, 297
nervo mediano, 296, 297
nervo musculocutâneo, 296, 297, 303
nervo obturatório, 296, 297
nervo oculomotor (III), 294, 341
gânglios parassimpáticos, 309, 311
gânglios simpáticos, 308, 310
nervo olfatório (I), 294
etmoide, 16
forames olfatórios, 166
nervo óptico (II), 294, 340, 341, 342
disco óptico, 346
vasos sanguíneos, 346
nervo pudendo, 296
nervo radial, 296, 297
reflexos, 303
sulco radial do úmero, 180
nervo safeno, 296, 297
nervo tibiais, reflexos, 303
nervo trigêmeo (V), 295
nervo troclear (IV), 294, 315
nervo ulnar, 296, 297
nervo vago (X), 295
atividades digestórias, 544
divisão parassimpático, 309, 311
divisão simpático, 308, 310
papilas gustativa, 327
nervo vestibulococlear (VIII), 295, 328, 334, 335
nervos cranianos, 291, 294-295
camada de tecido conectivo, 294
gânglios parassimpáticos, 309
misto, 294
motores, 294
núcleos da ponte, 279
núcleos do bulbo, 279
núcleos do mesencéfalo, 278
nervos espinais, 282, 283, 291, 292-293, 296-297
aspectos de desenvolvimento, 296
cervical, 282, 291
dermátomos, 293
discos intervertebrais, 195
divisão simpática, 308
infecção/danos, 293
irrigação, 292
lombar, 282, 291
meninges, 285
neurônios motores, 283
neurônios sensitivos, 283
plexos nervosos, 296-297
ramos, 292
sacrais, 282, 291
torácicos, 282
nervos espinais torácicos, 282, 291
divisão simpática do SNA, 292
nervos esplâncnicos, 310
nervos pélvicos, 311
nervos periféricos, 261, 291
células de suporte, 260
divisão motora, 255
divisão sensitiva, 255
do sistema nervoso periférico (SNP), 93, 255, 261, 291-306
envoltório de tecido conectivo, 107
estruturas parassimpáticas, 313
estruturas simpáticas, 312
gânglios sensitivos, 261
lesado, 257
mielinização de um axônio, 260
nervos cranianos, 291, 294-295
nervos espinais, 291, 292-293, 296-297
neuróglia, 260
organização do tecido neural e do SNC, 258
reflexos, 300-303
sistema nervoso autônomo, 255
sistema nervoso somático, 255
vias sensoriais para o SNC, 298
vírus da raiva, 304
nervos sensitivos
periósteo dos ossos longos, 149
plexo da raiz do pelo nervoso, 132, 320
terminações nervosas livres, 319, 320
nervos simpáticos, 310
nervos torácicos, 296
reflexos, 303
neurilema, 260
neurofisiologia, 262-267
atividade sináptica, 263, 266-267
neurotransmissores, 266
potencial de ação, 263-265
potencial de membrana, 262
potencial de repouso, 263
processamento de informação, 266-267

neuróglia, 93, 113, 258
SNC, 258-259
SNP, 260
neuro-hipófise. *Veja* **lobo posterior da hipófise**
neurônio unipolare, 257
neurônios (células nervosas), 93, 113, 256-261
bipolar, 257
células tronco neurais, 257
classificação, 257, 261
comunicação intercelular, 256, 262-267, 359
da retina, 346
distúrbios, 304-305
hipotalâmo363, 367
impulsos nervosos (potencial de membrana), 262-267
interneurônios, 261. *Veja também* **interneurônios**
lesado, 257
microtúbulos (neurotúbulos), 256
motor, 210, 261. *Veja também* **neurônios motores**
multipolar, 257
neurônios motores inferiores, 299
neurônios motores superiores, 299
neurotransmissores, 359
pós-sináptico, 263, 266-267
pré-sináptico, 263, 266-267
primeira ordem, 298
processamento de informação, 262, 266-267
ramos colaterais dos axônios, 256
segunda ordem, 298
sensoriais,128, 261. *Veja também* **neurônios sensitivos**
sinapses, 257, 259, 266-267
terceira ordem, 298
unipolar, 257
variações estruturais, 257
neurônios bipolares, 257
neurônios de primeira ordem, 298
neurônios de segunda ordem, 298
neurônios de terceira ordem, 298
neurônios ganglionares, 307, 308, 309
cavidade torácica, 308, 309
coluna vertebral, 308
da cavidade abdominopélvica, 308, 309
da retina, 346
medula da glândula suprarrenal, 308
no SNP, 312
parassimpáticos, 309, 313
simpáticos, 308, 312
neurônios motores, 210, 261
acetilcolina, 210-211
botulismo, 225
contração muscular, 210-211, 217
distúrbios, 305
giro pré-central, 274
inferior, 299, 305
neurônios multipolares, 257
neurônios/interneurônios sensitivos, 261
reflexos, 300-301
somáticos, 261
superior, 299, 305
tétano (doença), 225
unidade motora, 220
visceral, 261, 307, 312, 313
neurônios motores inferiores, 299
distúrbio, 305
neurônios motores superiores, 299, 307
distúrbios, 305
neurônios multipolares, 257
neurônios pré-ganglionares, 307, 308
parassimpático, 309, 311, 313
simpático, 308, 310
sistema nervoso central, 312, 313
neurônios pré-sinápticos, 263, 266, 266-267, 267
neurônios sensitivos, 261
das camadas de pele, 128, 319, 320-321
estrutura do neurônio unipolar, 257
nervos cranianos, 294
neurônios/interneurônios motores (fluxograma), 261
olfativo, 294, 326
receptores sensitivos gerais, 319-323
reflexos, 300-301
sentidos especiais, 255
somáticos, 261
terminações nervosas livres, 3198
visceral, 261
neuropatia diabética, 377
neuropeptídeo Y (NPY), 576
neurotransmissores, 263, 266
acetilcolina, 210-211, 264, 266-267, 312
epinefrina, 312
fenda sináptica, 266-267
norepinefrina, 312
potenciais pós-sinápticos, 266-267
reciclagem de astrócitos, 258
reflexos, 301
selecionados (resumo), 266
neurotúbulos (microtúbulos de neurônio), 256
neutralização por anticorpos, 488
neutrófilos, 387, 394, 395, 397, 479, 481
fagócitos, 479, 481
formação, 396-397
resposta inflamatória, 480
neutrons, 27
isótopos, 28
niacina (vitamina B3), 572
nitrogênio (N), 29
níveis de cálcio no sangue
absorção intestinal, 129
calcitonina, 368, 371
efeitos do calcitriol, 129, 371
glândulas da paratireoide, 370
hormônios da glândula tireoide, 365, 368
níveis de energia dos elétrons, 30-31
níveis de glicose no sangue
diabetes melitus, 377
efeito da insulina, 374-375
efeito do glucagon, 374-375
nível de organização, 7, 8
nível de organização celular, 7, 64-90
nível de organização do sistema orgânicos, 7, 8
nível de organização do tecido, 7, 91-119
nível de organização molecular, 7, 27-63
nível de organização químico-molecular, 7, 27-63
ácidos nucleicos (DNA, RNA), 58-59
átomos e moléculas, 27-34
carboidratos, 48-49
compostos de alta energia (ATP), 57
importância da água no corpo, 41-43
lipídios, 50-53
metabólitos e nutrientes, 47
proteínas, 54-55
reações enzimáticas, 56-57
reações químicas, 35-40
nó atrioventricular (AV), 447
nó sinoatrial (nó SA), 447
nociceptores, 319
nodo (atrioventricular) AV, 447
nódulos de axônios, 259
célula de Schwann, 260
nódulos linfoides, 467, 474
norepinefrina (NE), 266, 308
ativação simpática, 373, 378, 458
efeitos, 373
estrutura química/funções, 266
neurotransmissor, 266, 308, 312
pressão arterial, 456, 457, 458
receptores, 362
resposta à fase de alarme de estresse, 378
secreção da medula da glândula suprarrenal, 365, 373
sistema de segundo mensageiro, 362
vasoconstritor, 456
notações químicas, 36
NPY (neuropeptídeo Y), 576
nucleases, 551
núcleo
de átomos, 27
de células epiteliais, 125
de células, 66-67, 74-75
na divisão celular, 80-81
replicação do DNA, 79
núcleo da base, 271, 278
doença de Parkinson, 304
núcleo geniculado (lateral), 350
nucléolo/nucléolos, 74
nucleoplasma, 74
núcleos autônomos
na medula espinal, 307
no tronco encefálico, 307
plexos autônômos, 311
núcleos do hipotálamo, 278
núcleos motores
corno cinzento anterior, 284
de nervos cranianos, 299
do mesencéfalo, 278
núcleos motores somáticos do corno cinzento anterior, 284
núcleos motores viscerais do corno lateral da medula, 284
núcleos sensitivos, 284
do mesencéfalo, 278
núcleos sensitivos somáticos do corno posterior, 284
núcleos sensitivos viscerais, 284
núcleos ventrais, caminho da coluna posterior e, 298
núcleos, 271, 284
autônomo, 307
base, 271, 278
da ponte, 279
do bulbo 279
do hipotálamo, 278
do mesencéfalo, 279
do tronco encefálico, 279
motor visceral, 284
motor, 279, 284
sensitivo somático, 284
sensitivos, 284
sensorial visceral, 284
tálamo, 278
nucleotídeos, 58-59
de DNA, 58-59, 76
do RNA, 58-59
número atômico, 28
número de massa, 28
nutrição adequada,
nutrição, 572
base nas diretrizes /recursos, 574-575
controle do apetite no encéfalo, 576
desnutrição, 574
embrionária, 661, 662
fetal, 666
grupos de alimentos, 574-575
minerais, 573
nutrição adequada,
vitaminas, 572-573
nutricionista, 588-589
nutrientes, 47, 565
absorção, 538-539, 544-545, 565
digestão, 521, 565-580
epiderme, células dérmicas, 125
exigências maternas na gravidez, 671
fluido sinovial e distribuição, 192
funções parassimpáticas, 313
inorgânico, 47
mecanismos de transporte celular, 85-90
metabolismo celular, 562-563
metabolismo, 565-580
músculo esquelético como reserva, 205
no plasma, 387
orgânicos, 47
ossos, 111, 150, 151
papel do fígado no processamento, 547, 565
papel do sangue no transporte, 9, 385
permeabilidade celular, 85
nuvem de elétrons, 27-28
níveis de energia, 30-31

O

obesidade, 577
diabetes tipo 2, associada à, 377
metabólica *vs.* regulatória, 577
Obstetriz, 142-143
obstipação, 553
ocitocina (OXT), 367
hormônio peptídico, 360
liberação pelo lobo posterior da glândula hipófise, 363, 367
reflexo da descida do leite, 647
secreção do hipotálamo, 278, 363
trabalho de parto verdadeiro, 672
oclusão do vaso sanguíneo, 410
odorantes/odores, 326
olécrano, 181
olécrano da ulna, músculos no, 242-243
óleos, 50
olfato (sentido do cheiro), 325, 326
células tronco nervosas, 25
córtex cerebral, 276, 325
distúrbios, 352
estimulação do sistema límbico, 326
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
mudanças relacionadas à idade, 352
receptores, 255, 257, 276, 325, 326
via olfativa para o cérebro, 326
olho (região ocular), 16, 338-351. *Veja também* **visão**
anormalidades na córnea, 351
camada fibrosa (esclera), 340
camada neural (retina), 340
camada vascular, 340
câmara anterior, 340
câmara posterior, 340
drenagem venosa, 417
estruturas acessórias, 338-339
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
irrigação, 416
movimentos, 278, 341
músculos extrínsecos do olho, 341
músculos faciais, 236, 237
músculos intrínsecos do olho, 294, 340
nervos cranianos relacionados, 294, 341
relação com os ossos cranianos, 162
revestimento de epitélio simples pavimentoso, 98
soquete. *Veja* órbita
tecido adiposo, 139
vasos sanguíneos, 340, 342, 346
oligodendrócitos, 259
oligoelementos, 29
oligúria, 603
ombro (região acromial), 17
cíngulo do membro superior, 161, 178-179
drenagem venosa, 421
irrigação, 414
nervos, 282
omento maior do estômago, 534, 535
omento menor do estômago, 534, 535
onda P em eletrocardiogramas, 449
onda R em eletrocardiogramas, 449
onda T em eletrocardiogramas, 449
ondas alfa do cérebro, 281
ondas beta do cérebro, 281
ondas cerebrais, 281
ondas de som, audição, 336-337
ondas delta do cérebro, 281
ondas peristálticas, secundárias, 533
ondas sonoras, 336-337
amplitude, 336
células ciliadas no duto coclear, 331
córtex auditivo, 276
energia, 336-337
frequência (alta/baixa), 336
intensidade, 336
membrana tectória, 335
membrana timpânica, 328, 329, 334, 335
orelha média, 328, 329
ossículos da orelha média, 328, 329, 337
ondas teta do cérebro, 281
oposição (movimento), 233
opsina, 348-349
opsonização, 488
órbita (cavidade ocular), 162
bolsas de gordura, 107
músculos faciais, 236, 237
relação com o complexo nasal, 167

orelha externa, 328
glândulas ceruminosas, 135
orelha interna, 328
audição,328, 336-337. *Veja também* **o sentido da audição**
equilíbrio, 328, 330, 331
labirinto ósseo, 330-331
meato acústico externo, 164, 328
meato acústico interno, 164, 166
ossículos da orelha média, 161, 168, 328, 329, 337, 353
proteção do osso temporal, 163
orelha média (cavidade timpânica), 328, 329
músculos, 329
ossículos da orelha média, 161, 168, 328, 329, 337, 353
otite média, 328
organelas membranosas, 66-67
células epiteliais, 125
organelas não membranosas, 66-67
organelas, 7, 66-67
organismo, 7
organogênese, 668-669
órgão, 7, 8
órgão de Corti (órgão espiral), 334-335
tom /volume do som, 336-337
órgão espiral (órgão de Corti), 334-335
órgãos acessórios do sistema digestório, 521, 527
órgãos acessórios do sistema genital feminino, 641, 642
órgãos acessórios do sistema genital masculino, 633, 634
órgãos genitais
melatonina hormônio da glândula pineal, 365
na cavidade pélvica, 21
regulação do hormônio da glândula hipófise, 363, 365
tecido muscular liso, 112
órgãos olfativos, 326
órgãos retroperitoneais, 21
glândulas suprarrenais, 372
rins, 372, 592
ureteres, 609
órgãos viscerais
cavidade peritoneal,108
divisão parassimpática/simpática, 308-313
gânglios parassimpáticos, 309
inervação simpática, 308
monitoramento dos receptores sensitivos, 255
suporte do tecido muscular esquelético, 205
tecido conectivo, 107
tecido muscular liso, 112
origem/inserção dos músculos esqueléticos, 228
músculos axiais *vs.* músculos apendiculares, 234-235
orofaringe, 499, 532
os movimentos do corpo,230-233. *Veja também* **movimentos do corpo**
osmorreceptores, 367
osmose, 87, 88
troca por capilar, 454, 455
ossículos (da orelha média), 161, 168 (da aldição). *Veja também* **ossículos da orelha média**
ossículos da orelha média, 161, 168, 328
distúrbios, 353
ligamentos, 329
mecanismo de audição, 168, 328, 330, 337
ossos temporais, 168, 328, 329
parte do esqueleto axial, 161
ossificação (formação do osso), 150
endocondral, 154
intramembranosa, 155
osso (tecido ósseo), 110-111. *Veja também* **ossos**
cálcio, 29, 92, 110, 145, 150, 151
fósforo, 29
irrigação, 110, 111, 149
matriz,92, 110-111. *Veja também* **matriz óssea**
nutrientes, 111, 150
tipos de células, 110-111, 150-151
vs. cartilagem, 110
osso capitato, 182
osso compacto, 110, 148
de ossos longos, 148-149
do úmero, 148-149
formação osseo, 154
ósteon: unidade funcional, 111, 151, 152
tipos de células, 150-151
vs. osso esponjoso, 152
osso coxal. *Veja* **osso do quadril**
osso cuboide, 188-189
osso cuneiforme, 188-189
osso da face (arco zigomático), 164
ossos zigomáticos, 162
osso do calcanhar (calcâneo), 188, 235
osso escafoide, 182
articulação com o trapézio, 182
articulação elipsóidea, 194
osso esponjoso, 110, 149, 152
na formação óssea, 154, 155
na ossificação endocondral, 155
na ossificação intramembranosa, 155
osteoporose e, 195
tipos de células, 150-151
vs. osso compacto, 152
osso frontal, 162
fontículo anterior, 169
músculos faciais, 236-237
seios paranasais, 167
sutura coronal, 163
sutura frontal,163
osso hamato, 182
osso hioide, 168
osso associado do crânio, 161
processo estiloide, 164
osso navicular, 188-189
osso occipital, 163
fontículos, 169
forame magno, 165
osso piramidal, 182
osso pisiforme, 182
osso semilunar, 182
osso trabecular. *Veja* **osso esponjoso**
osso trapézio, 182
articulação selar, 194
osso trapezoide, 182
ossos
anomalidades de crescimento, 156-157
características de superfície (acidentes), 147
crescimento aposicional, 153
crescimento *Veja* crescimento ósseo
curto, 146
envoltório de tecido conectivo denso irregular (periósteo), 107
esqueleto apendicular, 145, 178-190
esqueleto axial, 145, 161-177, 190
formação, 154-155
fragilidade, vitamina D3 e envelhecimento, 137
fraturas, 158-159
irregular, 146
irrigação, 148, 150, 152
longo, 110, 146, 148-149
membranosos, 155
mudanças relacionadas à idade, 137
número, em seres humanos, 146
osteoporose, 174
plano, 146
raquitismo, 129
reabsorção, 150
remodelação, ossificação endocondral, 153, 154
tipos (forma), 146
ossos carpais distais, 182
ossos carpais, 161, 182
articulações, 182
distal, 182
ossos curtos, 146
proximal, 182
ossos cranianos/crânio, 161, 162-163
em bebês, 1569
fontículos, 169
forames, 165
relação com o crânio, 161
suturas, 163
ossos curtos, 146
ossos da face, 162
articulação com os osso temporal, 164
forames, 165
ossos do carpo proximal, 182
ossos do metacarpo, 161, 182
articulações, 181
ossos do quadril (osso coxal), 161, 183
esqueleto axial, sacro, 175
músculos, 235, 241, 244
ossos do tarso, 161, 186, 188
ossos curtos, 146
ossos ectópicos (ossos heterotópicos), 157
ossos heterotópicos (ossos ectópicos), 157
ossos irregulares, 146
ossos lacrimais, 162
ossos longos, 146
anatomia funcional, 148-149
estrutura, 110
irrigação, 149
ossos maxilares. *Veja* **maxilas**
ossos membranosos, 155
ossos metatarsais (metacarpo), 161, 186, 188-189
ossos nasais, 162
fontículos, 169
músculos faciais, 236-237
seios paranasais, 167
ossos palatinos, 162
seios paranasais, 167
ossos parietais, 163
fontículo anterior, 169
suturas, 163
ossos planos, 146, 155
ossos púbicos, 183
fibrocartilagem, 109
pelve, 184
ossos temporais, 163
articulações temporomandibulares, 163, 164
como áreas para fixação dos músculos, 162
fontículo mastóidea, 169
mandíbula, 163,
meato acústico externo, 328
órgãos dos sentidos da orelha interna, protegidos por, 162, 328
ossículos da orelha média, 168, 328, 329, 337
parte escamosa (escama), 164
parte petrosa, 168, 328, 329
processo condilar da mandíbula, 164
sutura escamosa, 163
ossos zigomáticos, 162
complexo nasal, 167
músculos faciais, 236-237
osteoartrite, 196
osteoblastos, 150
crescimento aposicional, 153, 154
hormônio da paratireoide, 371
matriz óssea, 151, 153
ossificação endocondral, 154-155
ossificação intramembranosa, 155
osteócitos (células ósseas), 111, 150-151
crescimento ósseo aposicional, 153
densidade óssea, 129
ossificação intramembranosa, 155
osteócitos (células ósseas), 110-111, 150-151
crescimento aposicional, 153, 154
ossificação endocondral, 154-155
ossificação intramembranosa, 155
osteoclastos, 150
atividade dos osteoblastos, 151, 153
hormônio da paratireoide, 371
osteólise (reabsorção), 150
ósteons, 111, 151
vasos sanguíneos, 110
osteoporose, 195
fraturas dessas vertebras por compressão, 174, 195
óstio externo da uretra, 638
otite média, 328
otólitos, 333
otosclerose, 353
ouvido (região ótica), 16
audição,325, 328, 336-337. *Veja também* **sentido de audição**
externa, 328
infecção, 328
interna, 328. *Veja também* **ouvido interno**
média, 168, 328, 329
ossículos da orelha média, 168, 328, 329, 337, 353
regiões anatômicas, 328
ovários, 641, 642-643
folículos, 645
hormônios gonadotrofinas, 366
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
ovogênese, 644-645
secreção de estrogênio, 366, 642
secreção de hormônios, 361, 642, 650
secreção de progesterona, 366, 642
ovócitos (primário/secundário), 78, 641, 642, 644
ovogênese, 644-645
ovogônia, 644
ovulação, 645, 660
óvulos/óvulo, 641, 644
produção (ovogênese), 644-645
oxidação, 561
óxido nítrico (NO), como radicais livres, 376
oxiemoglobina (HbO2), 389
oxifilas, 370
oxigênio (O2), 29, 33
carboidratos, 48-49
ciclo ácido cítrico, 560-561
composto inorgânico, 47
compostos orgânicos, 47
contração muscular, 222-223
difusão através da membrana plasmática, 88
difusão durante a respiração, 510, 511
elementos do corpo humano, 29
epiderme, 125
fadiga muscular, 222-223
fluxo de sangue, cor da pele, 127
lipídios, 50-53
metabolismo aeróbico, 561
metabolismo celular, 562, 563
papel do sangue no transporte, 385
percentagem do peso corporal total, 29
proteínas, 54-55
quantidade de ATP, 222-223
respiração celular, 505, 510
respiração pulmonar, 505, 510
resposta inflamação, 115
troca gasosa na membrana respiratória, 497, 502-503
oxigênio e nutrientes, dos ossos, 149
OXT. *Veja* **ocitocina**

P

"Pacotes suicidas", lisossomos, 73
paladar
inervação, 294, 295
palato duro, 162, 167, 499
palato mole, 299
paladar, 352. *Veja também* **gustação**
palato duro, 499, 528, 529
complexo nasal, 167
inervação, 294, 295
maxilas, 162
ossos palatinos, 162, 528
palato mole, 499, 528, 529
palma (região palmar) da mão, 16
camada lúcida, 125
glândulas sudoríferas merócrinas, 135
ossos longos, 46
pálpebras, 338
corpúsculos táteis, 321
inervação, 294
músculo orbicular do olho, 236, 237
pâncreas, 361, 374-375, 521, 527, 547, 551
absorção glicose, 365
distúrbios, 553

drenagem venosa, 423
epitélio estratificado colunar, 103
funções endócrinas, 374, 547
funções exócrinas, 374, 547
hormônios secretados, 365
inervação parassimpática, 311, 313
inervação simpática, 310
irrigação, 420, 422
lóbulos, 551
principais enzimas, 551
receptores de pressão (corpúsculos lamelares), 321
resposta na fase de resistência ao estresse, 379
suco pancreático, 551
pâncreas endócrino, 374-375
pâncreas exócrino, 374
pancreatite, 553
panturrilha (região sural da perna), 17. *Veja também* **perna**
papila/papilas
circunvaladas, 327
dérmicas, 124, 128
duodenal, 550, 551
filiformes, 327
fungiformes, 327
linguais, 327
pelo, 132
renal, 593
papilas gustativas, 327
distúrbios, 352
nervos cranianos, 327
reflexo salivar, 548
parada cardíaca, 461
paralisia, 225
paralisia cerebral, 305
pares de base complementares, 59
pars intermedia, hormônio estimulante de melanócitos (MSH), 367
parte ascendente da aorta, 4, 411, 412, 414
artérias coronárias, 438
relação com as câmaras cardíacas, 437
parte escamosa (escama) do osso temporal, 164
parte inferior do sistema respiratório, 497, 500-503
parte petrosa dos ossos temporais
ducto coclear, 334
ossículos da orelha média, 168, 328, 329, 337
parte pigmentada da retina, 346
foto-recepção, 348
partes do corpo, termos de anatomia, 19
parte superior do sistema respiratório, 497, 498-499
partículas subatômicas, 27
número de massa, 28
partículas subatômicas, 27
parto prematuro, 673
parto, 673
patela, 16, 161, 186
ossos membranosos, 155
reflexo patelar, 300
relação com músculos esqueléticos, 234
tendão do musculo quadríceps, 193
patógenos
bactéria, 485
barreiras físicas, 477, 478, 481
imunidade especifica, 483-492
imunidade inespecífica, 477-482
na lesão de tecido, 114
proteção do sistema tegumentar, 123, 131
resposta imune, 484-485
vírus, 472, 477, 485
PC (paralisia cerebral), 305
PCr (creatina fosfato), 222
PCV (volume globular), 386
pé (região podal), 16, 17
arcos, 189
articulações, 188-189
calcanhar (região calcânea), 17
deformações, 189
drenagem venosa, 413, 425
irrigação, 412, 424
ligamentos, 189
movimentos, 246, 247
músculos, 246, 247
ossos curtos, 146
peso corporal,
região plantar (sola), 17
tendões, 189
tornozelo, 188
pé torto (deformações congênitas equinovarus), 189
pedículos do arco vertebral, 171
vértebras lombares, 174
pedras nos rins (cálculos renais), 612
pedúnculos cerebelares, 279
pedúnculos cerebrais, 278, 299
pele (membrana cutânea)
anatomia funcional, 123-130
atividade metabólica, 123, 125, 137
camada de germinativa embrionário de origem, 663
camadas, 123, 131
células mortas, 125
cor (fatores que influenciam), 126-127
dermátomo, 293
derme, 123, 127, 128, 137
desmossomos nas camadas superficiais, 97
epiderme, 123, 124-127, 131
epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, 95, 99, 123
epitélio queratinizado, 99
estruturas anexas, 123, 131-142
fibras nervosas, 128
fina, 124
flacidez, 128, 137
fluxo sanguíneo, 127
funções de proteção, 123, 131
funções endócrinas, 129
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
glândulas sudoríferas merócrinas, 135
glândulas, 134-135
grossa, 124
hipoderme, 123, 128
inervação na divisão simpática, 310
irrigação, 127, 137
lesões, 137, 138-139
membrana cutânea, 108
mudanças relacionadas à idade, 128, 137
nervo espinal, 293
pigmentação, 127
queimadura sol, 97
receptores sensitivos gerais, 320-321
receptores sensitivos, 319, 320-321
receptores táteis, 319, 320-321
regeneração /recuperação, 137, 138-139
regeneração de feridas, 138-139
regeneração dos tecidos, 114-115
resíduos orgânicos, 123
rugas na, 128, 137
tecido adiposo profundamente à, 107
tecido muscular liso, 112, 132
tipos de câncer, 125, 127, 131
tipos de células, 124, 125, 126
pele grossa, 124
impressões digitais, 125
pelos, 132-133
barreira física de defesa, 478
cor, 133, 681
crescimento/produção, 133
funções, 131
glândula de secreção do sebo, 134
inervação, 132
mudanças relacionadas à idade, 133, 137
nasal, 499
padrões de herança relacionados aos, 680
vaso sanguíneo, 132
pelve, 184
adaptações para ágravidez, 185
articulações sacroilíacas, 184, 194
características de superfície, 147
drenagem venosa, 413, 425
inervação, 282
irrigação 412, 424,
ossos irregulares, 146
sexo feminino *vs.* masculino, 185
sínfise (articulação), 191
verdadeira *vs.* falsa, 185
pelve maior (falsa), 185
pelve renal, 593, 609
pelve verdadeira (menor), 185
pênis, 633, 634, 638
camadas de teciduais, 638
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
pepsina, 537, 570
pepsinogênio, 537
peptidases, 570
peptídeo inibidor gástrico (GIP), 541, 545, 566
peptídeo intestinal vasoativo (VIP), 541, 545
peptídeo natriurético atrial (ANP), 459, 619
péptideos, 54
peptídio inibidor gástrico (PIG), 541, 545, 566
percepção, sentido da audição, 336-337
perforinas, 481
perfusão de tecidual, 456
perfusão tecidual, 456
pericárdio, 108, 434, 436
pericárdio parietal, 434, 436
pericárdio visceral (epicárdio), 434, 436
pericardite, 436
pericôndrio, 109
ossificação endocondral, 154
perilinfa, 330, 331, 334, 335, 337
perimétrio, 646
perimísio, 206
perineuro do nervo espinal, 292
período de latência da contração muscular, 218
período neonatal (fase da vida), 674, 675
periósteo, 111, 149
formação por ossificação, 155
osso compacto, 152, 153
peristalse, 525
movimentos de massa, 543
peritônio, 21, 98, 108
permeabilidade da membrana plasmática, 68, 85-90
no sistema nervoso, 262-265
no tecido epitelial, 94
peróxido de hidrogênio (H2O2), 376
peroxissomos, 66-67
personal trainer, 252-253
pés deformados equinovarus congênito (pé torto), 189
pés. *Veja* **pé (região podal)**
pescoço (região cervical)
anterior, 16
apoio de coluna vertebral, 170, 172
crista occipital externa, 163
divisão simpática, 308, 310, 312
drenagem venosa, 413, 415, 417, 421
inervação, 296-297
irrigação, 412, 413, 414, 416
músculos (anterior), 236, 237, 240, 241
músculos da coluna vertebral, 238
músculos faciais, 236-237
posterior, 17
vértebras localizadas, 170, 172
peso atômico, 28
peso corporal
força aplicada, ossos longos, 152
membros inferiores, 187-189
pé, 189
percentagens dos órgãos de cada sistema, 227
suporte da coluna vertebral, 170
tornozelo, 188
vértebras cervicais, 172
vértebras lombares, 174
vértebras torácicas, 173
pH, 44-45, 623
escala de pH, 44
PHP (pressão hidrostática capilar), 454
pia-máter
craniana, 272
espinal, 284, 285
pielograma, 609
pielonefrite, 612
pigmento vermelho (hemoglobina), cor da pele afetada por, 127
pigmentos vermelhos de cones, 349
pigmentos visuais, 348-349
pigmentos/pigmentação
caroteno, 126
cor da pele, 126
cor do cabelo, 133
envelhecimento, 133, 137
epiderme, 126
hemoglobina, 127
melanina, 126
piloro, 534, 535
pinocitose, 89
pinocitose, 89
pirâmide renal, 593
pirogênios, 480, 481
piruvato, 222-223, 567
fadiga muscular, 222-223
PKU (fenilcetonúria), 578
placa bacteriana, 531
placa cribriforme do etmoide, 166
órgãos olfativos, 326
placa da metafásica, 81
placa dentária, 531. *Veja também* **dentes**
placa motora, 210-211, 217
placa neural (embrionária), 668
placa perpendicular do etmoide, 326
placas
ateroscleróticas, 406, 442
dentárias, 531
na doença de Alzheimer, 305
nas artérias coronárias, 442
nos vasos sanguíneos, 398
placenta, 665, 666-667, 673
hormônios, 667
verdadeiro trabalho de parto, 672
plano (horizontal) transverso, 19
plano frontal (coronal), 19
plano horizontal (transverso), 19
plano sagital, 19
planos seccionais, termos de anatomia, 19
planos/secções do corpo, 19
planta do pé (região plantar), 17
camada lúcida da, 125
dorsiflexão, 230
glândulas sudoríferas merócrinas, 135
ossos longos, 146
plaquetas, 386, 387, 396-397
medula óssea vermelha, 145
na hemostasia, 398-399
plasma, 386-387
normal Laboratory Values for Solutes, 599
proteínas, 387
quimiorreceptores, 319
resíduos orgânicos encontrados, 599
plasmina, 399
plasminogênio, 399
plasmócitos, 106, 472, 485
plasmodium, malária, 401
platisma, 236, 240
pletórico cianótico, 514
cavidades do corpo,20-21. *Veja também* **cavidade do corpo específica**
cones para pigmento, 349
IMC (índice de massa corporal), 577
TMB (taxa metabólica basal), 582
pleura, 108, 501
pleura parietal, 501
pleura visceral, 501
plexo braquial, 296, 297
plexo cervical, 296, 297
plexo cutâneo, 123
em relação ao plexo papilar, 127
plexo da raiz do pelo, 132, 320
plexo lombar, 296, 297
plexo mioentérico, 523, 524, 538
plexo sacral, 296, 297
plexo submucoso, 523, 524
plexos coroides, 273
produção de fluido cerebrospinal, 273
tálamo, 278
plexos nervosos, 296-297
pneumotórax, 506
PNU (polimorfismos de nucleotídeo único), 682

podócitos, 601
polaridade, 42
polarização da membrana plasmática, 264
polegar, 16, 182
articulação selar, 194
movimento de oposição, 233
músculos, 242
polex, 16, 182. *Veja também* **polegar**
polimorfismo de nucleotídeo único (PNU), 682
poliomielite, 225
polipeptídeos, 54
polipeptídeos de cadeia curta, 360
pólipos, 553
polissacarídeos, 48-49
poliúria, 377, 603
ponte, 269, 270, 279
centros relés, 270
centros respiratórios, 512
nervos cranianos, 294
núcleos parassimpáticos, 309
relação com o cerebelo, 270
relação com o córtex cerebral, 274, 275
tratos ascendentes/descendentes, 270, 279
ponte de hidrogênio, 33
nas moléculas de DNA, 59
nas proteínas, 55
ponto cego (disco óptico), 346
ponto focal, 344-345
poros (canais)
da membrana plasmática, 68
de glândulas sudoríferas, 123, 135
poros nucleares, 74
posição anatômica de supinação (de pronação), 16
posição anatômica supino, 16
posição anatômica, 16-17
pronação, 16
supinação, 16
postura, 205
anormalidades no esqueleto axial, 177
tecido muscular esquelético, 205
potássio (K), 29
alterações dos níveis sanguíneos, efeitos do, 43
efeitos da deficiência/excesso, 573
percentagem do peso corporal total, 29
significado no corpo humano, 29, 43, 573, 617
potenciais de ação, 210-211, 217, 263, 264-265, 267
condução (contínua/saltatória), 265
despolarização, 264
frequência e processamento de informação, 267
neurotransmissores, 264, 266-267
no sistema de condução cardíaca, 447
no tecido muscular cardíaco, 435
potenciais pós-sináptica, 266-267
repolarização, 264
sinapses, 263, 266-267
potenciais locais. *Veja* **potenciais de ação**
potencial de membrana, 209, 262-263
despolarização, 264
potencial de ação, 211, 263-265
potencial graduado, 263
sinapses, 256, 263, 266-267
potencial de repouso, 263
bomba de sódio-potássio, 89, 262, 264
eventos desencadeados por estímulos químicos, 264-265
potencial graduado, 263
potencial de ação, 264
pré-embrião, 660
pregas circulares (dobras circulares), 523, 524
pregas circulares (plicae circulares), 523
pregas gástricas, 535
pregas neurais, embrionários, 668
pregas vocais (cordas vocais), 499
prepúcio
do clitóris, 648
do pênis, 638
preservativos masculinos, 652
pressão alveolar, 507
pressão arterial, 453, 454
arterial *vs.* venoso, 408, 453
ativação simpática, 312, 457, 458
aumento, 459
baixa, 397, 458
batimentos cardíacos, 5, 8, 445. *Veja também* **frequência cardíaca**
bulbo, 270
circulação coronariana, 438-439
coleta de sangue, 415
diastólica, 454
enzima conversora da angiotensina (ECA), 458
equilíbrio da, 618-619
eritropoetina (EPO), 397, 458
fluxo sanguíneo, 454
hormônio antidiurético, 367, 458
hormônios da tireoide, 369
localização de barorreceptores, 319, 322, 457
mecanismos de autorregulação, 456
mecanismos de homeostase 456, 457
mecanismos de regulação cardiovascular, 456-457
nervos cranianos, 323
nos capilares, 453, 454
peptídeo natriurético atrial (ANP), 459
pressão arterial, 453, 454
pressão de pulso, 454
pressão venosa, 408, 451, 453
quimiorreceptores, 323
reflexos dos barorreceptores, 457
regulação hormonal, 458-459
resposta de luta ou fuga, 308, 312
rins, 458
sistólica, 454
pressão arterial diastólica, 454
pressão arterial sistólica, 454
pressão atmosférica, 506-507
pressão hidrostática capilar, 454
pressão intrapulmonar, 507
pressão sanguínea/regulação do volume, 458
prevenção (contraceptivos pós-coito), 653
PRL (prolactina placentária), 367, 671
hormônio peptídico, 360
processamento da informação auditiva, 270
mesencéfalo, 270, 278
processamento de informação no SNC, 255, 263-267
arco reflexo, 300-301
estações transmissoras, 278-279
neurotransmissores, 266-267
processo (característica de superfície do osso), 147
processo condilar, 164
processo coracoide da escápula, 179
processo coronoide da mandíbula, 164
processo coronoide da ulna, 181
processo costal de vértebras cervicais, 172
processo de envelhecimento
articulações, 196-197
células de gordura, 137
demência senil, 305
diminuição da produção de vitamina D_3 na pele, 129
fase da vida - maturidade, 675
glândulas sudoríferas, 137
menopausa, 650
músculos esqueléticos, 225
pele, 128, 137
pelos, 133, 137
regulação da temperatura corporal, 137
resposta imune, 491
vértebra lombar, 174, 195
processo espinhoso bífido, 172
processo espinhoso do arco vertebral, 171
das vértebras lombares, 170, 174
de vértebras cervicais, 170, 172
de vértebras torácicas, 170, 173
diferenças locais, comparadas, 170
músculos eretores da espinha, 238
processo estiloide
da ulna, 181
do osso temporal, 164
do rádio, 181, 182
processo mastoide, 164
processo xifoide do esterno, 176
processo zigomático do osso temporal, 164
processos alveolares, 164
mandibular, 164
maxilar, 165
músculo bucinador, 237
processos articulares das vértebras (inferior/superior), 171
discos intervertebrais, 171, 195
fóveas articulares, 171, 173
sacro, 175
vértebra lombar, 174
processos de transporte ativo, 85, 89
processos transversos do arco vertebral, 171
articulação da costela, 171
diferenças locais, comparada, 170
músculos da coluna vertebral, 238
vértebras cervicais, 170, 172
vértebras lombares, 170, 174
vértebras torácicas, 170, 173
pró-coagulantes (coagulo substâncias / substâncias químicas), 13, 399
produtos, 35
fórmula química, 36
reações enzimáticas, 56
produtos químicos tóxicos
lisossomos, 72-73
pele e proteção, 123, 131
produtos residuais
eliminação pelo sistema urinário, 9
exocitose, 89
transporte do sistema cardiovascular, 8
pro-enzimas na hemostasia, 399
proeritroblastos, 397
profissional da dança, 357
profundo (termo direcional), 18
progestágenios, 366
progesterona, 366, 642, 667
ciclo menstrual, 650
glândulas mamárias, 671
hormônios esteroides, 360
hormônios placentários, 667
secreção do corpo lúteo, 645
progesterona - pílula (método anticoncepcional), 652
pró-hormônios, 360
prolactina (PRL), 367
hormônio peptídico, 360
prolactina, como hormônio materno, 667
pró-monócitos, 397
promontório do sacral, 175
pronação (movimento), 232
propagação do potencial de ação, 265
propagação dos potenciais de ação, 126
propriedades antibacterianas
da saliva, 548
da secreção sebáceas, 134
glândula sudorífera merócrina, 135
propriocepção
cerebelo, 270, 279
via da coluna posterior, 298
proprioceptores, 261, 319
prosencéfalo, 269
prostaglandinas
hormônio derivado, 360
liberação em lesão de tecidos, 114
verdadeiro trabalho de parto, 672
prostatectomia, 639
proteínas, 54-55
aminoácidos, 54-55, 570-571
catabolismo, 565
completa *vs.* incompleta, 575
da membrana plasmática, 68-69
deficiência proteica, 578
desnaturação, 55
digestão, 565, 570, 571
enxofre, 29, 54
enzimas. *Veja* enzimas
estrutura primária, 54-55
estrutura quaternária, 55
estrutura secundária, 55
estrutura terciária 55
fontes alimentares, 571
fósforo, 54
integral, 68
metabolismo celular, 562, 563
metabolismo, 570, 571
na glândula sebácea, 134
na urina, 599
nitrogênio, 29, 54
no plasma, 599
percentual da peso corporal total, 54
receptor, 89
síntese. *Veja* síntese de proteínas
transportadora, 85, 88
proteína globular, 55
proteínas completas, 575
proteínas de canal
conexons, 97
membrana plasmática, 68, 87
proteínas fibrosas, 55
Proteínas G, ativação por hormônios não esteroides, 362
proteínas integrais, 68
canais, 68, 87, 88
centro de integração (centro de controle), 11
enzimas na membrana plasmática, 81
feedback negativo, 12
feedback positivo, 13
regulação homeostática, 11-13
proteínas necessárias, 81
proteínas transportadoras
bomba de troca de sódio-potássio, 89
da membrana plasmática, 85
difusão facilitada, 88
transporte ativo, 89
proteinúria, 612
proteoglicanos, 97
da cartilagem, 109
do tecido muscular estriado cardíaco, 112
prótons, 27, 28
protração (movimento), 233
protrombina, 399
vitamina K, 400
protrombinase, 399
protuberância mentonianal, 164
proximal (termo direcional), 18
PSA (antígeno prostático específico), 639
pseudópodes, 89
psicólogo, 430-431
psoríase, unhas, 136
PTH (hormônio da paratireoide), 370-371
puberdade
aumento do crescimento ósseo, 155
aumento do hormônio do crescimento, 155
concluído, 675
hormônios andrógenos, 373
menarca, 650
níveis de hormônio da tireoide, 155
resposta à testosterona nos homens, 676
resposta ao estrogênio nas mulheres, 677
secreção de melatonina, 376
púbis, 183
músculos do assoalho da cavidade pélvica, 643
pelve, 184
pudendo, 648
pulmões, 411, 501
barorreceptores, 322
epitélio pseudoestratificado, 103
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
irrigação, 420
relação com a cavidade torácica, 21
relação com as cavidades pleurais, 21
respiração, 505
trocas gasosas, 497, 502-503, 505
punção lombar, 285
punção venosa, 400

punho (ossos carpais), 16, 182
ações musculares, 242, 243
articulação do rádio, 181, 182
ossos do carpo, 146, 182
ulna, 181, 182
pupila, 338
constrição, 313
dilatador, 343

Q

quadrante inferior direito (RLQ), 17
quadrante inferior esquerdo (QIE), 17
quadrante superior direito (QSD), 17
quadrante superior esquerdo (QSE), 17
quadrantes abdominopélvicos, 17
quadro de Punnett, 681
quarto ventrículo do cérebro, 271, 275
queixo/mentual (região mental), 16, 164
músculos da face, 164, 236-237
queloides, 139
queratina, 55, 99, 125
cabelo, 133
estrato córneo, 125
leito ungueal (unha), 136
proteína fibrosa, 55
unhas, 136
queratina dura, 133
queratina macia, 133
queratinócitos, 124-125
diferenças na pigmentação, 126
quiasma óptico, 275
via visual, 350
quilomícrons, 568, 569
química, 27
quimiorreceptores, 319, 322
de centros respiratórios, 323
do olfato (sensação do cheiro), 326
dos órgãos carotídeos, 322
terminações nervosas livres, 319
quimiotaxia positiva, 394
quimiotaxia, 479
quimo, 534
hormônio colecistoquinina, 541
hormônios do duodeno, 544
processos metabólicos e digestórios, 565-566
quimotripsina, 570, 587

R

radiação óptica, 350
radiação ultravioleta (UV)
câncer e exposição excessiva, 127
mudanças na cor da pele, 126
produção de melanina pela pele, 123
queimaduras solares, 137
redução de elastina na derme, 128
síntese da vitamina D_3, 129
radiação UV. *Veja* **radiação ultravioleta (UV)**
radicais livres, 376
radio, 161, 181
articulação com os ossos carpais, 182
articulação do cotovelo, 6, 180, 181
articulação do punho, 181
articulação do úmero, 180
articulação elipsóidea, 194
articulação radiulnar, 181
movimentos de rotação, 232
relação com o punho, 182
raiva, 304
raiz da unha, 136
raiz do dente, 530
raiz do pelo, 132
haste do pelo, 123, 132
raiz do pênis, 638
raiz dorsal dos nervos espinais, 283, 284, 285, 292
meninges espinais, 285
raiz ventral dos nervos espinais, 283, 284, 285, 292
meninges, 285
ramo coclear do nervo vestibulococlear (VIII), 295, 334, 335, 337
ramo do isquio, 183
ramo vestibular do nervo vestibulococlear (VIII), 295, 334
ramos da parte abdominal da aorta, 420, 422, 424
ramos da parte torácica da aorta, 420
ramos dorsais, 292
ramos pericárdicos, 420
ramos primários ventrais dos nervos espinais, 292, 296, 297
ramos púbicos (inferiores/superiores), 183
ramos/ramo (característica de superfície do osso), 147
da pelve, 147
isquiática, 183
púbica (inferior/superior), 183
raquitismo, 129
RE. *Veja* **retículo endoplasmático (RE)**
reabsorção (água), renal, 599, 600-601
reabsorção (osteólise), 150
reabsorção hídrica
compulsória, 602-603, 604
do intestino, 544-545, 565
facultativa, 602-603
renal, 594, 599, 600, 603
reação cruzada dos tipos sanguíneos, 390
reação de hipersensibilidade, 489
reação de sensibilização (Rh-mães), 392, 393
reações a transfusões, 391
reações de decomposição, 38
catabolismo, 38
enzimas como catalisadores, 57
hidrólise, 38
reações de pemuta, 39
reações de síntese, 38
enzimas como catalisadores, 57
reações de síntese e de desidratação, 39
reações endergônicas, 37
reações exergônicas, 37
reações químicas, 35-40
energia de ativação, 37
enzimas, 37
fórmula química, 36
natureza reversível, 37, 39, 57
o papel da água, 53
produtos, 38-39
tipos, 38-39
reagentes, 35
fórmula química, 36
reações enzimáticas, 56
recém-nascidos
crânio e fontículos, 169
período neonatal, 674
receptores, 11-13, 255, 261
arcos reflexos, 300-301
externo, 261
feedback negativo, 12
feedback positivo, 13
interno, 261
proprioceptores, propriocepção, 261, 319
regulação homeostática, 11-13
sensitivo especiais, 255
sensitivo somático, 255
sensitivo visceral, 255
sensitivo, 255, 261
sentidos gerais, 319-323
sistema nervoso (visão geral), 255, 261
receptores de água, 327
receptores de dor, 255, 261, 319
na pele, 123, 131
receptores sensitivos somáticos, 255
receptores de estiramento, 319, 322
receptores de pressão, 255, 261, 319
barorreceptores, 319
canais de íons fechados mecanicamente, 319
corpúsculos de Ruffini, 321
corpúsculos lamelares, 321
corpúsculos táteis, 321
discos táteis, 320
receptores da pele, 123, 131
receptores de pressão profundos, 261, 321
receptores sensitivos somáticos, 131, 255
receptores táteis, 319
vias da coluna posterior, 298
vias sensitivas para o SNC, 298
receptores de temperatura, 255, 319
na pele, 123, 131, 319, 320-321
receptores de vibração, 319
corpúsculos lamelares, 321
corpúsculos táteis, 321
na derme, 131, 321
ondas sonoras, audição, 337
receptores táteis, 319
receptores externos, 261
receptores gustativos, 325, 327
córtex gustativo, 276
inervação, 295, 325, 327
receptores internos no SNP, 261
receptores maculares/mácula da orelha, 333
receptores olfativos, danos, 352
receptores sensitivos, 261, 319
especiais, 255
fibras aferentes, 261
gerais, 319-323
na pele, 123, 128, 320-321
nociceptores, 319
nos pelos, 132, 133
quimiorreceptores, 319, 323
receptores de propriocepção, 261
receptores externos, 261
receptores internos, 261
somático, 255
terminações nervosas livres, 319, 320
termorreceptores, 319
viscerais, 255
receptores sensitivos de posição 255
receptores sensitivos gerais, 319
adaptação, 321
classificação funcional, 319
receptores sensitivos somáticos, 255
receptores sensitivos gerais, 319-323
receptores sensitivos viscerais, 255
corpúsculos lamelares, 321
receptores táteis, 255, 319
corpúsculos táteis, 321
discos táteis, 320
na pele, 123, 125, 128, 131, 320-321
toque delicado/pressão, 320, 321
receptores universais, 390
reconhecimento celular, 68
recrutamento (de unidades motoras), 220
recuperação elástica (circulação coronária), 439
recuperação, 158
colo cirúrgico do úmero, 180
tipos, 159
rede do testículo, 634
reflexo abdominal, 303
reflexo braquiorradial, 303
reflexo da descida do leite, 674
reflexo de defecação, 313 (coordenação), 544
barorreceptores, 322
reflexo de micção, 611
reflexo de retirada ou flexor, 301
reflexo do bíceps, 302, 303
reflexo do tríceps, 302, 303
reflexo dos barorreceptores, 457
reflexo enterogástrico, 544
reflexo patelar ou aquileu, 302, 303
reflexo patelar, 300, 303
reflexo plantar, 302, 303
reflexo salivar, 548
reflexo urinário, 591, 611
reflexos, 300-303
abdominal, 303
alongamento, 300-303
aquileu, 302, 303
atraso sináptico, 267
barorreceptores, 322
bíceps, 302, 303
braquiorradial, 303
defecação, 313, 544
descida do leite, 674
divisão parassimpática do SNA, 313
enterogástrico, 544
espinhal, 300-303
inibidor/facilitador, 302-303
núcleos da base, 278
patelar, 300, 303
plantar, 302, 303
reforço, 302
respiratório, 323
retirada, 301
salivar, 548
sinal de Babinski, 302
tríceps, 302, 303
uso diagnóstico, 302-303
reflexos como reforço, 302
reflexos de estiramento, 300
utilizados em testes de diagnóstico, 302-303
reflexos viscerais, barorreceptores, 322
refluxo gastroesofágico, 552
refração da luz no olho, 344-345
cirurgia refrativa, e 351
mudanças relacionadas à idade, 345
regeneração, 114
em pele for lesinada, 138-139
lesão de tecidos, 114-115
regeneração do tecido, 114-115
hemostasia, 398-399
lesões na pele, 137, 138-139
resposta inflamatória, 480
região abdominal, 16
região acromial, 17. *Veja também* **ombro**
região antecubital do cotovelo, 16
região axilar (axilas), 16
região braquial 16. *Veja também* **braço**
região carpal, 16. *Veja também* **punho**
região cefálica. *Veja* **cabeça (região cefálica)**
região cervical (pescoço), 16. *Veja também* **pescoço**
inervação, 296-297
região coccígea, 170, 175
região cortical para tarefas escritas, 277
região craniana, 16. *Veja também* **crânio**
região crural, 16. *Veja também* **membro inferior**
região do antebraço. *Veja* **antebraço**
região do calcânea (calcanhar) do pé, 17
região do tronco, 16
apoio da coluna vertebral, 170
cíngulo do membro superior, 178-179
músculos dos membros, 242-243
músculos, 239, 240, 241
nervos, 292
neurônios da divisão simpática, 308
origem dos músculos apendicular, 240-241
rotação (esquerda/direita), 232
sistema arterial, 412
veias, 413
região dorsal (costas), 17
região epigástrica, 17, 540
região femoral, 16. *Veja também* **quadril/coxa**
região frontal (fronte), 16, 164
região glútea (nádega), 17, 241
inervação, 296, 297
região hipogástrica (púbis), hipogástrio, 17, 540
região inguinal direita, 17, 540
região inguinal esquerda, 17, 540
região lombar (lombo), (esquerda/direita), 17
região lombar direita, 17
região lombar esquerda, 17, 540
região mamária, 16. *Veja também* **mama**
região nasal, 16. *Veja também* **nariz**
região ocular, 16. *Veja também* **olho**
região olécrano do cotovelo, 17
região ótica, 16. *Veja também* **orelha**
região ou direção anterior (ventral), 18
região patelar, 16. *Veja também* **patela**
região pélvica, 16
região plantar (planta) do pé, 17
região podal, 16. *Veja também* **pé**
região poplítea do joelho, 17
região púbica (hipogástrica), 16, 17
glândulas sudoríferas apócrinas, 135
região sacral, 170
região sural da perna (panturrilha), 17

região tarsal, 16
região torácica (peito/tórax), 16
cavidade. *Veja* Cavidade torácica
esqueleto. *Veja* caixa torácica
localizações de estruturas do músculo, 176
músculos, 239
vértebras, 170, 173
região umbilical (umbigo), 16, 540
região inguinal (esquerda/direita), 16, 17
regiões abdominopélvicas, 17
regiões hipocondrio (esquerda/direita), 17, 540
regiões lombo (lombar) regiões (esquerda/direita), 17
regiões vertebrais, 170
regiões, abdominopélvicas, 17
regulação da temperatura corporal
como função do sistema tegumentar, 131
efeitos de falha no controle, 583
função do tecido muscular esquelético, 205
hipotálamo, 278, 584-585
homeostase, 12, 582
metabolismo produtor de calor, 581
o ganho e a perda de calor, 583, 584
taxa metabólica basal, e 582
vasos sanguíneos na derme e, 131
rejeição ao enxerto, 490
REL (retículo endoplasmático liso), 67, 70
relaxamento isovolumétrico, 446
relaxina, 667
verdadeiro trabalho de parto, 672
remodelação, osso
em reparos ósseos/fraturas, 150, 151, 158
na formação por ossificação, 155
na ossificação endocondral, 154-155
renina, 458, 537, 597
aldosterona, 373
resposta na fase de resistência ao estresse, 379
renovação da membrana de vesículas, 72
renovação metabólica, 559
reparação de feridas, lesões da pele, 138-139
replicação do DNA, 79
repolarização da membrana plasmática, 264
RER. *Veja* **retículo endoplasmático rugoso**
reserva de bicarbonato, 625
reserva de nutriente, 559, 571
vias anabólicas, 562-563, 571
vias catabólicas, 562-563, 571
reservas de energia
armazenamento na hipoderme, 128
depósitos lipídicos, 51
medula óssea amarela, 148
músculo esquelético, 205
resposta de"luta ou fuga", 308
reservas metabólicas, 579
resíduos celulares, 89
resíduos metabólicos
papel do sangue no transporte, 385
plasma, 387
resíduos nitrogenados, 578
resistência a agentes patogênicos, 477
resistência específica, 477, 483
resistência (fluxo de sangue), 453
resistência inespecífica, 477
resistência periférica, 453
fluxo sanguíneo, 454
respiração celular, 505
difusão de gás, 510-511
respiração forçada, 512
respiração pulmonar, 505
difusão de gás, 510
respiração tranquila, 512
respiração, 505-516
barorreceptores e ritmo da, 322
caixa torácica, 234
externa, 506
interna, 506
regulação do tronco encefálico, 512
resposta à hipersensibilidade imediata, 489
resposta ao estresse, 378-379
ajustes metabólicos a longo prazo, 379
autonôma, 292, 308, 310, 315, 322, 378
fases de alarme/resistência/exaustão, 378-379
hormônios da glândula suprarrenal, 365
resposta imune, 390, 484-485
alergias, 489
antígenos, 390-391, 472, 483, 484-485
células dendríticas, 125, 137
distúrbios, 490-491
hormônios do timo, 361
linfócitos, 106-107
mudanças relacionadas à idade, 137, 491
plasmócito, 106
sistema tegumentar, 123, 131
tipo sanguíneo, 390-391
visão geral, 484-485
resposta luta ou fuga, 292, 308
ativação simpática, 308, 310, 312
em resposta ao estresse, 321, 378-379
resposta na fase de resistência ao estresse, 379
resposta na regulação homeostática,
resposta primária (imunidade), 487
resposta secundária (imunidade), 487
respostas emocionais, aos cheiros, 326
ressonância (onda sonora), 337
retenção urinária, 612
retículo endoplasmático (RE), 66-67, 70
células epiteliais, 125
retículo endoplasmático liso (REL), 67, 70
retículo endoplasmático rugoso (áspero RE), 67, 70
retículo sarcoplasmático (RS), 207, 209, 217
reticulócito, 397
retina (camada neural do olho), 340, 342, 346-347
células bipolares, 347
células ganglionares, 346
células pigmentada, 346, 347
células tronco neurais, 257
fotorreceptores, 340, 346-350
inervação, 294
irrigação, 346
mecanismo de foco visual, 344-345
parte neural, 346
via visual, 350
retináculo
articulação do punho, 242
na articulação do tornozelo, 247
retináculo extensor (punho), 242
retináculo extensor (tornozelo), 247
retináculo extensor inferior, 234, 247
retináculo flexor, 234, 243
retináculo superior dos músculos extensores, 234,
retinal (pigmento), 348-349retração (movimento), 233
retinopatia diabética, 377
reto, 540, 543
drenagem venosa, 423
epitélio estratificado pavimentoso, 99
inervação parassimpática, 311
irrigação, 422
retorno venoso, 451, 453
retração do coágulo, 399
reumatismo, 196
riboflavina (vitamina B2), 572
ribose, formação de ATP, 57
ribossomos, 66-67, 70
ribossomos fixos, 70
ribossomos livres, 70
rigor mortis, 225
rima da pálpebra, 338
rinite alérgica, 489
rins,591, 592-614
circuito sistêmica dos vasos sanguíneos, 410
drenagem venosa, 421, 596
enzima conversora da angiotensina(ECA), 458
epitélio transicional, 101
epitélios, 98, 100, 101, 102
fisiologia (visão geral), 599-608
funções endócrinas, 361
hormônio antidiurético 367
hormônios secretados por, 360
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
inervação, 592
insuficiência renal, 606-607
íons de cálcio eliminados na urina, 151
íons de fosfato eliminados na urina, 151
nefropatia diabética, 377
posição retroperitoneal, 592
processo de filtração, 599, 600-601
processo de reabsorção, 599, 600-601
processo de secreção, 599, 600-601
referência estruturais, 593
regulação cardiovascular, 458
regulação de fluidos corporaes, 43
relação com as glândulas suprarrenais, 372
síntese de calcitriol, 123
sistema arterial, 420, 596
tecido adiposo, 107
vasos sanguíneos, 421, 592, 597
ritmos circadianos
centros de controle, hipotálamo, 278
glândula pineal, 376
melatonina, 278, 365, 376
ritmos diurnos /noturnos. *Veja* **ritmos circadianos**
RLQ (quadrante inferior direito), 17
RNA, 58-59
códon, 76
localização na célula, 74
Síntese de DNA, 75
síntese de proteínas, 58, 59, 76-77
tipos de (RNAm/RNAr/RNAt), 59, 77
vs. DNA, 59
RNA de transferência ou transportador, 59, 77
RNA mensageiro (RNAm), 59, 76
processo de transcrição, 77
síntese da proteína, 76-77
RNA ribossômico (rRNA), 59, 77
RNAm (RNA mensageiro), 59, 76
processo de transcrição, 77
síntese de proteínas, 76-77
RNAr (RNA ribossomal/ribossômico), 59, 77
RNAt (RNA de transferência ou transportador), 59, 77
rodopsina, 348, 349
ró-linfócitos, 397
ROM (amplitude de movimento), 191, 193, 194
rombencéfalo, 269
rotação medial/interior, 232
rotação medial/lateral, 232
rotação/movimentos rotacionais, 232
cabeça, 172, 232
equilíbrio, 330, 331antebraço, 232
músculos da coluna vertebral, 238
músculos do pescoço, 237
na articulação do ombro, 240, 241
na articulação do quadril, 241, 244, 245
vértebras cervicais, 172
RS (retículo sarcoplasmático), 207, 209, 217
rugas da bexiga, 610
rugas da vagina, 648

S

sacarase, 566
sacarose, 48-49
saco lacrimal, 339
saco vitelino, 662, 664, 665
sacro, 161
articulações sacroilíacas, 175, 194
parte da coluna vertebral, 170, 175
pelve, 175, 183, 184
relação com as vértebras lombares, 175
sáculo, 330, 331
mácula, 333
saída pélvica, 185
sais, 45
compostos inorgânicos, 47
sal de cozinha, 32, 45
sais biliares, 568, 569
sais de cálcio
na matriz óssea, 92, 110, 145, 150
ossificação, 150
sal de mesa. *Veja* **cloreto de sódio**
saliva, 548
glândulas salivares, 528, 547, 548
mecanismo de secreção merócrina, 105
pH, 44, 548
propriedades antibacterianas, 548
sangramento
após a fratura óssea, 158
lesões da pele, 137
sangue, 385-402
anemias, 400
bacteremia, 401
câncer, 401
células fagocíticas, 106
coagulação intravascular disseminada, 401
componentes, 385
desoxigenado, 411, 440, 502
diagnóstico de doenças, 400
doenças congênitas, 400
doenças degenerativas, 401
doenças nutricionais, 400
eletrólitos que se dissociam (tabela), 43
estabilização da temperatura corporal, 385
filtragem pelo corpúsculo renal, 600, 601
fracionado, 386
funções, 385
glóbulos brancos, 385, 386, 394-395, 401
globulos vermelhos, 386, 387-391
Infecções, 401
integral, 386
leucemias, 401
malária, 401
medula óssea vermelha, 145, 148
oxigenado, 440
percentagem de plasma, 386
perda, 13, 398-399, 409, 457
pH, 44
septicemia, 401
temperatura, 386
tipos sanguíneos, 390-391
trocas gasosas, 411, 497, 502-503, 505
vasos linfáticos, 470-471
viremia, 401
sangue Rh negativo (Rh-), 391
sangue Rh positivo (Rh+), 391
SAR (sistema de ativador reticular), 280
sarcolema, 207
sarcômeros, 208
contração muscular, 210-214
filamentos grossos/finos, 208-209
sarcoplasma, 207
sardas, herança, 680
seção coronal (frontal), 19
seção horizontal (transversa), 19
seção mediano (sagital médio), 19
seção parassagital, 19
secção sagital média (mediana), 19
secreção biliar, 545
secreção de muco, 105
anticorpos IgA, 487
de superfícies epiteliais, 108
defesa inespecífica, 478
dos seios frontais, 162
na asma, 514
na bronquite crônica, 514
secreção merócrina105
secreções
células epiteliais, 94
complexo de Golgi, 72

das glândulas sebáceas, 134
das glândulas sudoríferas apócrinas, 135
das glândulas sudoríferas merócrinas, 135
do sistema digestório, 527
renal, 599, 600
secreções das glândulas serosas, 104
secretina, 541, 545
sede
baixa pressão arterial/volume sanguíneo, 458, 459
hipotálamo, 278
hormônio antidiurético (ADH), 618-619
segmentação, 525
segmentos constantes/variáveis de anticorpos, 486
segmentos da medula espinal, 282, 283
segmentos variável/constante de anticorpos, 486
seio (característica da superfície do osso), 147
seio carotídeo, 416
barorreceptores, 322, 416, 457
seio cavernoso, 419
seio coronário, 437, 439
seio occipital, 419
seio petroso, 419
seio renal, 593
seio reto, 419
seio sagital superior, 272, 273
seio sigmoide, 419
seios, 167, 273
seios da aorta (corpos), 441
barorreceptores, 322, 457
quimiorreceptores, 323
seios da dura-máter, 272, 417, 419
seios esfenoidais, 167
seios frontais, 167
secreções mucosas, 162
seios lactíferos, 649
seios maxilares, 167
seios paranasais, 167
seios sagitais (superiores/inferiores), 272, 273, 419
seios transversos, 419
sela turca, 166, 366
selênio, 29
sêmen, 633, 637
sensação
audição, 328-337
cheiro, 326
epitélios, 94
equilíbrio, 328
gustação, 327
proteção por ossos da face, 162
receptores, 255. *Veja também* **órgãos receptores dos sentidos, 325**
sentidos especiais, 325-353
sensação de dor
luxações articulares, 193
referidas, 304
resposta a inflamação, 115
visceral, 304
sensação de gosto amargo, 327
via gustativa, 32
sensação de gosto azedo, 327
sensação de gosto doce, 327
sensação de gosto salgado, 327
sensação de gosto (umami), 327
sensação de vibração
na audição, 336-337
via da coluna posterior ao SNC, 298
sensação do cheiro (olfato), 325, 326. *Veja também* **olfação**
sensações de fome, hipotálamo, 278
senso de equilíbrio. *Veja* **equilíbrio**
sentido da audição, 325, 328
células ciliadas, 325
córtex auditivo, 276, 325
distúrbios, 353
ducto coclear,331-332, 334-335
estruturas da orelha, 325, 328-331, 334-335
eventos envolvidos no (resumo), 337
inervação, 295, 328, 334, 335
mudanças com à idade, 353
nervo vestibulococlear (VIII), 295, 328, 334, 335
ondas sonoras e percepção, 336-337
orelha externa, 328
orelha média, 328
ossículos da orelha média, 161, 168 (da audição), 328, 329, 337, 353
receptores,255, 325, 330, 331
surdez (condutiva ou nervosa), 353
sentido da visão,325, 338-351. *Veja também* **visão**
sentido de propriocepção
propriocepção, 261
receptores sensitivos somáticos, 255
sentido do toque
área do córtex cerebral, 277
cabelo/folículos pilosos na pele, 131
células de Merkel, 125
pele, 123, 125, 131
receptores externos, 261
receptores sensitivos somáticos, 255
superfície epitelial, 125
via da coluna posterior ao SNC, 298
sentidos especiais, 325-354
audição,325. *Veja também* **audição**
cheiro,325. *Veja também* **olfato e olfação**
equilíbrio, 325. *Veja também* **equilíbrio**
gosto,325. *Veja também* **gustação**
mudanças relacionadas à idade nos, 352-353
nervos cranianos, 294, 295
receptores (visão geral), 255
visão, 325
sentidos gerais, 319-324
sepse, 401
septicemia, 401
septo atrial, 440
septo interventricular, 440
septo nasal
cartilagem hialina, 109
etmoide, 162, 167
vômer, 162
serosa do sistema digestório, 522, 524
serotonina, 266
Silício, 29
símbolos químicos, 29
nas regras de fórmulas químicas, 36
sinal de Babinski, 302
sinapse, 256, 263, 266-267
sinartrose, 191
sincondrose, 191
sindesmose, 191
síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids), 491
síndrome de Down (trissomia 21),682,683
Síndrome de Guillain-Barré, 268
Síndrome de Klinefelter, 682
síndrome de Marfan, 156
síndrome de Turner, 682
síndrome geral de adaptação (GAS), 378-379
sínfise púbica, 183, 184, 191
músculo isquiocavernoso, 333
síntese da proteína, 76-77
bases nitrogenadas, 58, 76
código genético, 76-77
enzimas como catalisadores, 57
papel do DNA, 58, 59, 75, 76-77
papel do RNA, 58, 59, 76-77
processo de tradução, 77
processo de transcrição na, 77
ribossomo - local de 70, 77
sistema arterial de vasos sanguíneos, 42. *Veja também* **artérias**
pressão sanguínea, 453, 454
resistência periférica, 453
vs. sistema venoso, 408, 453
sistema arterial sistêmico, 412-424
distribuição do volume de sangue, 409
visão geral, 412
vs. sistema venoso sistêmico, 413
sistema cardiovascular, 8-9
barorreceptores, 322
camada de germe embrionário derivado, 664
componentes, 7, 385
coordenação do débito cardíaco/fluxo sanguíneo, 453-462
coração,433-465. *Veja também* **coração**
distúrbios, 442, 443, 461
estrógeno na puberdade, 676-677
fluxograma, 410
foco primário da troca capilar, 453, 454
funções (visão geral), 8, 9, 385, 410, 453, 521
porcentagem do peso corporal, 227
quimiorreceptores, 323
regulação endócrina, 453, 458-459
regulação neural, 453, 456
sangue,385-402. *Veja também* **sangue**
testosterona na puberdade, 67-677
vasos sanguíneos,403-426. *Veja também* **vasos sanguíneos**
sistema de "descanso e digestão" do SNA, 309, 313
sistema de ativação reticular (SAR), 280
na ativação simpática, 312
sistema de coleta renal, 595, 600
sistema de condução cardíaca, 447
fases, 446
sistema de condução do coração, 447
sistema de distribuição. *Veja* **circulação**
Sistema de Havers. *Veja* **ósteons**
sistema de monócitos/macrófagos (sistema reticuloendotelial), 479
sistema de transporte de elétrons (STE), 560-561
metabolismo celular, 562-563
sistema digestório, 9, 520-557. *Veja também* **trato digestório**
barorreceptores, 319, 322
camadas, 522
camadas germinativas embrionárias, 663
circuito sistêmico dos vasos sanguíneos, 410
componentes, 527
funções endócrinas, 361
hormônios que regulam, 541
hormônios secretados por, 361, 541, 545
inervação SNA, 544
MALT, 467, 474, 478
na cavidade abdominopélvica, 21
órgãos acessórios, 521, 527
órgãos digestórios, 547, 551
plexos nervosos (submucoso), 523, 524, 538
porcentagem do peso corporal, 227
receptores internos, 261
reflexos neurais, 544
resposta de luta ou fulga, 308
revestimento da membrana mucosa, 522-523
tecido muscular estriado esquelético, 205
tecido muscular liso, 112, 524-525, 536, 538
transtornos, 552-553
vitaminas produzidas por, 544
sistema do complemento, 477, 481
ativação de anticorpos, 488
na imunidade inespecífica, 477, 481
sistema endócrino, 8, 9, 358-383
camadas germinativas embrionárias derivadas do, 663
comunicação intercelular, 359, 362
coordenação do hipotálamo, 278, 363
funções(resumo), 8, 9, 361
hormônios,359-363. *Veja também* **hormônios**
órgãos,361, 365-376
porcentagem do peso corporal, 227
problemas, 156-157
regulação cardiovascular, 458
semelhanças com o sistema nervoso, 359
sistema esquelético, 8, 9, 144-203. *Veja também* **ossos**
anormalidades, 156-157
camadas germinativas embrionárias de origem, 663
do embrião, 154
esqueleto apendicular, 145, 161, 175
esqueleto axial, 145, 161-177
estrogênio na puberdade, 677
fratura, 158-159
mudanças relacionadas à idade, 195, 196-197
porcentagem de peso do corpo, 227
testosterona na puberdade, 676
sistema genital, 9, 633-657
barorreceptores, 319
camada germinativa embrionário de origem, 663
ciclos, 650
cílios, 338
estrógeno na puberdade, 677
feminino, 641-654
funções (resumo), 9, 633, 641
hormônios, 366, 642, 650
masculino, 633-640
órgãos acessórios, 641, 649
percentagem de peso do corpo, 227
receptores internos, 261
testosterona na puberdade, 676
transtornos, 651
sistema límbico, 275, 278
informações olfativas, 326
sistema linfático, 9, 466-495
camada germinativa embrionária de origem, 663
câncer metastático, 127
funções (resumo), 9, 467
percentagem de peso do corpo, 227
sistema muscular, 8, 9, 204-253
camada germinativa embrionária de origem, 663
distúrbios, 224-225
estrógeno na puberdade, 677
funções, 8, 9, 205, 217, 227, 234-235
músculos apendiculares, 227, 234, 235,240-247
músculos axiais, 227, 234-241
percentagem de peso do corpo, 277
reflexos, 300-301
terminologia, 229
testosterona na puberdade, 676
sistema nervoso, 8, 9, 255
autônomo, 307-314. *Veja também* **sistema nervoso autônomo**
camada germinativa embrionária de origem, 663
células de suporte (neuróglia), 93
central, 255-289. *Veja também* **sistema nervoso central**
comunicação intercelular, 256, 262-267, 359
controle da contração muscular, 210-211, 217
controle das glândulas sudoríferas, 135
coordenação do hipotálamo, 278, 363
correntes elétricas, eletrólitos, 42-43
distúrbios, 302-303,304-305
estrogênio na puberdade, 677
fluxograma, 255
funções (resumo), 8, 9, 255
percentagem de peso do corpo, 227
periférico, 291-306. *Veja também* **sistema nervoso periférico**
relação com a pele, 123
semelhanças com o sistema endócrino, 359
somático,255, 307. *Veja também* **sistema nervoso somático**
testosterona na puberdade, 676
sistema nervoso autônomo (SNA), 255, 307-314
divisão parassimpática, 309
divisão simpática, 292, 378
funções(resumo), 255
inervação cardíaca, 448
músculos da pupila e visão, 343
nervos espinais e fibras do, 292
neurônios motores do SNC, 307
reflexos,486-487. *Veja também* **reflexos**
sistema nervoso central (SNC), 93, 255-289, 291
ativação simpática, 312

carência de vasos linfáticos, 469
desenvolvimento embrionário, 269
distúrbios, 304-305
encéfalo, 269-281. *Veja também* **cérebro**
funções (resumo), 255
medula espinal, 282-285, 288, 414. *Veja também* **medula espinal**
neuróglia (células glias), 93, 113, 255-260
neurônios motores, 307
neurônios pré-ganglionares simpáticos, 312
neurônios, 93, 113, 256-257. *Veja também* **neurônios**
processamento de informação, 255, 263, 267
reflexos e danos, 303
reflexos e testes diagnósticos, 302-303
regeneração de neurônios perdidos por lesão/doença, 257
SNA/SNS (visão geral), 255
tratos ascendentes/descendentes, 284
vias sensoriais, 298
sistema nervoso somático (SNS), 255, 307
doenças, 304-305
efetores somáticos, 261
sistema nervoso periférico, 291-306
vias motoras, 299
vias sensitivas, 298
sistema piramidal, 299
sistema portahipofisário, 363
sistema renina-anglotensina, 458
sistema respiratório, 9, 496-519
barorreceptores, 322
camadas germinativas embrionárias de origem, 633
cílios, 338
distúrbios, 498, 514-515
durante a gravidez, 671
estrógeno na puberdade, 677
funções (resumo), 9, 497, 521
inferior, 497, 500-503
interoceptores, 261
MALT, 467, 474, 478
mudanças relacionadas à idade, 515
parte respiratória, 497, 502-503
percentagem de peso do corpo, 227
porção condutora, 497, 498, 502
superior, 497, 498-499
tecido muscular liso, 112
testosterona na puberdade, 676
sistema reticuloendotelial (sistema de macrófagos-monócitos), 479
sistema tampão ácido carbônico - bicarbonato, 45, 623, 624-627
sistema tampão da hemoglobina, 624
sistema tampão fosfato, 624
sistema tegumentar (tegumento), 8, 9, 122-143
camadas germinativas embrionárias de origem, 662
como barreira física aos patógenos, 477, 478, 481
componentes (visão geral), 123, 131
derme, 123, 126-127, 128, 131, 137
envelhecimento, 128, 137
estrógenio na puberdade, 677
estruturas acessórias, 123, 131-142
funções (resumo), 8, 9, 123, 131
hipoderme, 123, 128
lesões, 137, 138-139
membrana cutânea, 108, 123-130
porcentagem de peso do seu corpo, 227
resposta imune, 123, 131
síntese da vitamina D3, 123, 129, 131
sistema urinário, 9, 590-614
camada germinativa de origem embrionária, 663
divisão simpática/parassimpática, 308-309
epitélio transicional, 101
funções(resumo), 9, 521, 591
insuficiência renal, 606-607
percentagem de peso do corpo, 227
receptores internos, 261
rins, 591. *Veja também* **rins**
transtornos, 612-613
uretra, 321, 591
via. *Veja* **trato urinário**
sistema venoso sanguíneo, 413-425
dutos linfáticos, 470-471
e sistema arterial sistêmico, diferenças, 413
sistema venoso sistêmico, 403, 408-409, 413-425. *Veja também* **veias**
diferença entre sistema venoso sistêmico, 413
organização global do volume de sangue, 409
visão geral, 413
sistemas de segundo mensageiro, 362
hormônios glândula hipófise, 366
hormônios, 365
sistemas orgânicos, 7, 9
embrionário, 668
maiores, do corpo (resumo), 8-9
no primeiro trimestre, 668-669
no terceiro trimestre, 669
sistemas tampão de proteína, 624-625
sístole ventricular, 446
sístole ventricular, 446
sístole, 390, 391
sítios ativos, de enzimas, 56
SNA. *Veja* **sistema nervoso autônomo**
SNC. *Veja* **sistema nervoso central**
SNP. *Veja* **sistema nervoso periférico**
SNS. *Veja* **sistema nervoso somático**
sobrancelhas
inervação, 295
músculo frontal, 236
sobrecarga mecânicas, ossos longos, 152
sódio (Na), 29, 31
efeitos de deficiência /excesso, 573
íons. *Veja* íons sódio
porcentagem do peso corporal total, 29
significado no corpo humano, 29, 573
solubilidade
água, 41, 53-54
de compostos orgânicos, 59
de lipídios, 50
soluções, 41
ácidas, 44
alcalinas (básicas), 44, 623
aquosas, 41
compostos iônicos, 42-43
correntes elétricas, 42
neutras, 44
pH, 44-45
soluções aquosas, 41
eletrólitos, correntes elétricas, 42-43
soluções neutras, 44, 622
solutos, 41
encontrado no plasma, 387
passagem transmembranas, 86-87
solventes, 41
somatório de ondas, 219
stents, 442
submucosa do trato digestório, 522, 524, 532, 536
substância branca, 259, 271
colunas, 284, 298
da medula espinal, 283, 284, 285
do cerebelo, 279
estrutura/função, 284
tratos ascendentes/descendentes, 284, 298
substância cinzenta, 259, 283
do córtex cerebral, 270
da medula espinal, 283, 284, 285
substância fundamental, 92, 106
na cartilagem, 110
no osso *vs.* cartilagem, 110
no osso, 110
substância negra, 278
Doença de Parkinson, 304
substratos, 56
suco gástrico, 537, 544
suco pancreático, 551
sudorese
resposta ao aumento de temperatura do corpo, 584
secreção iônica, 617
sulco central do córtex cerebral, 274, 275
sulco coronário, 437
artéria coronária direita, 438
sulco de clivagem, 81
sulco intertubercular do úmero, 180
sulco interventricular (anterior/posterior), 437
sulco parieto-occipital, 275
sulco radial do úmero, 180
sulcos/sulco (característica de superfície do osso), 147
do coração (coronária/interventricular), 437
do córtex cerebral, 270
sulfato de condroitina, 109
sulfato de sódio (Na_2SO_4), 43
superficial (termo direcional), 18
superfície apical das células epiteliais, 95
junções intercelulares, 96
superfície auricular do sacro, 175
superfície basal das células epiteliais, 95
junções intercelulares, 96
superfície patelar do fêmur, 186
superfícies basolaterais, 125
superior (termo direcional), 18
supinação (movimento), músculos do antebraço, 243
surdez, 353
surfactante, 503
suspensão, 43
sutura coronária, 163
fontículo anterior, 169
fontículo esfenoidal, 169
sutura escamosa, 163
sutura frontal, 169
sutura lambdoide, 163, 169
sutura sagital, 163
fontículo anterior, 169
fontículo occipital, 169
suturas, 163, 191
fontículos e, 169

T

T3 (tri-iodotironina), 369
T4 (tiroxina), 369
tabagismo (fumo), 515
tálamo, 270, 278
correspondência com o córtex cerebral, 275
núcleos, 276, 278, 350
via da coluna posterior ao SNC, 298
talassemias, 400
tálus, 188-189
tampão cervical (mucoso), 665, 666
tampão/sistema de tampão, 45, 623
equilíbrio ácido-base, 622-625
taquicardia, 448
taquicardia atrial paroxística (TAP), 461
taquicardia ventricular (CVPs/TV), 461
taxa metabólica, 369
taxa metabólica basal (TMB), 582
TBGs (globulinas de ligação da tireoide), 369
TCD (túbulo contorcido distal), 594, 600, 605
TCP (túbulo contorcido proximal), 594, 600, 604
tecido adiposo (adipócitos), 106, 107, 307. *Veja também* **tecido adiposo**
da hipoderme, 128
hormônio do crescimento, 367
mudanças na distribuição relacionadas à idade, 137
tecido adiposo, 107, 139 (cicatrical), 649 (corpo adiposo)
como efetora visceral, 261
da hipoderme, 128
da medula óssea amarela, 148
das bolsas de gordura das cavidades articulares, 193
do sulco coronário do coração, 437
glândulas mamárias, 105, 641, 649. *Veja também* **glândulas mamárias**
hormônio do crescimento, 367
inervação por gânglios autonômicos, 307
inervação simpática, 310
localização, 139
produção do leite materno, 105, 135, 367, 649, 674. *Veja também* **leite (mamas)**
regulação pelo sistema nervoso autônomo, 255
tecido areolar, 106
camada papilar da tecido, 123
lâmina própria, 108
membrana cutânea, 108
suporte à membranas serosas, 108
tecido cicatricial, 114-115, 139
astrócitos, 259
fibrose, fibroblastos, 115, 139
resposta inflamatória, 480
tecido conectivo, 65, 91, 92, 106-107
capacidade diferente de se regenerar, 115
células encontradas no, 106-107
denso, 107
diferenciação celular, 65
estrutura, 92, 109, 110-111
fibras, 106-107
fluido,137, 386. *Veja também* **sangue**
funções, 92, 106-107, 123
hormônio do crescimento, 367
nervos cranianos, 294
nervos espinais, 292
tecido muscular esquelético, 206
tipos, 110-111
tecido conectivo denso modelado, 107
tecido conectivo denso não modelado, 107, 123
membrana cutânea, 108
tecido de granulação, 138
tecido epitelial (epitélio), 65, 91, 92, 94-105
anexos intercelulares, 96-97
camadas de células, 95
capacidades regenerar, 115
células glandulares, 94, 104-105
colunar, 95, 102-103
diferenciação celular, 65
estratificado, 95, 99, 100, 103, 123
formatos das células, 95, 98-103
hormônio do crescimento, 367
natureza avascular, 97
pavimentosas, 95, 98-99
simples, 95
tecido erétil
do clitóris, 641
do pênis, 638
tecido linfoide associado à mucosa (MALT), 467, 474, 478
tecido muscular, 93, 112, 205
arcos reflexos, 300-301
armazenagem de glicogênio, 49
capacidade de regenerar, 115
cardíaco,93, 112, 434. *Veja também* **tecido muscular cardíaco**
contração, 93, 112
diferenciação celular, 65
esquelético,93, 112, 205. *Veja também* **tecido muscular estriado esquelético**
funções, 93, 112
liso,93, 112, 205. *Veja também* **tecido muscular liso**
tecido muscular cardíaco (estriado), 93, 112, 205, 434, 435
tecido muscular esquelético, 93, 112
tecido muscular estriado esquelético, 93, 112, 205-217
ATP e contração, 213, 214-215
camadas de tecido conectivo, 112, 206
células. *Veja* células/fibras musculares esqueléticas
reserva de nutrientes, 205
sensibilidade ao hormônio do crescimento, 367
tecido nervoso, 112, 210-211, 217
tecido muscular liso, 93, 112, 205
contrações, 205, 313
do trato digestório, 524-525

efetores viscerais, 261
habilidades regenerativas, 115
inervação /regulação do SNA, 255, 307
tecido nervoso. *Veja* **tecido neural**
tecido neural (nervoso), 65, 93, 113, 255-268
atividades. *Veja* neurofisiologia
capacidade de regenerar, 115
diferenciação celular, 65
microglia, fagocitose, 258
neuróglia (células gliais), 93, 113, 258-260
neurônios, 93, 113, 255-257
organização,SNC *vs.* SNP, 258
sistema nervoso central, 93, 255
sistema nervoso periférico, 93, 255
tipos de células, 93, 113
tecido ósseo (osso), 110-111. *Veja também* **osso (tecido ósseo); ossos**
tecidos conectivos densos, 107
tecidos conjuntivos frouxos, 106-107
tecidos, 7, 91-119
absorçãodeoxigênio,502-503,505,511
ácido carbônico, 511
capacidade de regeneração, 115
células em relação a, 7, 65, 91, 92
cicatricial, 115
conectivo, 65, 91, 92, 106-107
epitelial, 65, 91, 92, 94-105
hipóxia/anóxia, 505
histologia como o estudo do, 92
muscular, 65, 91, 112
nervoso, 65, 93, 113, 262-263
órgãos em relação a, 7, 8, 91
resposta à lesão de, 114-115
tipos, 65, 91, 92
tecidos/órgãos linfoides, 396, 467, 474-475
Técnico em radiologia, 464-465
temperatura (atmosférica)
alta capacidade de calor da água, 53
papel da pele na detecção, 123
receptores sensitivos somáticos, 255
receptores sensitivos, 255, 261, 319
termorreceptores, 319
temperatura corporal
alta, morte, 55
calor liberado por trocas de energia, 35, 37
contrações musculares esqueléticas, 206
definição do ponto, 12
drenagem venosa dupla, 413
estrutura da proteína, desnaturação, 5
febre, 480, 481
feedback negativo *vs.* positivo
frequência cardíaca afetada por, 451
função enzimática, 55
homeostase, 12
local, resposta inflamatória, 115
mecanismos, 12-13
mudanças na cor da pele com aumento da, 127
pele como isolante, 123
reações exergônicas, 37
respostas à queda, 585
respostas ao aumento, 585
superaquecimento, envelhecimento, 137
temperatura corporal basal, 650
temperaturas baixas, termorreceptores, 319
tempo de enchimento para a diástole ventricular, 451
tendão, 206
articulação do joelho, 193
bursas/bolsas, 193
contração muscular, 213, 217
crescimento ósseo, fibras perfurantes, 153
funções, 206, 227
gerando tensão, 217, 220
tecido conectivo denso modelado, 107
tendão do calcâneo (tendão de Aquiles), 189, 235, 246, 247
tênias do cólon, 543
tensão (muscular), 217
músculo tensor da fáscia lata, 234, 235, 244, 245
tensão muscular, 217-220
contrações isométricas/isotônicas, 221
controle, unidades motoras, 220
tônus muscular, 220
tentório do cerebelo, 272
teoria dos filamentos deslizantes da contração muscular, 212
terapeuta ocupacional, 316-317
terceiro ventrículo do cérebro, 271, 273
diencéfalo, 278
líquido cerebrospinal, 273
terminações nervosas livres, 319, 320
terminologia
anatômica. *Veja* **terminologia anatômica**
nomenclatura dos músculos esqueléticos (resumo), 229
terminologia anatômica, 15-21
direção, 18
epônimos, 15
planos corporais, 19
quadrantes abdominopélvicos/ regiões, 17
raízes das palavras /derivação (resumo), 15
regiões do corpo, 16-17
secções do corpo, 19
superfícies corporais, 16-17
terminologia dos músculos (resumo) 229
termogênese com tremor/sem tremor, 585
termorreceptores, 319
termorregulação, 582
camada reticular da derme, 131
glândulas exócrinas, 104, 123, 131, 134-135
glândulas sudoríferas merócrinas, 135, 137
mecanismos, 583
pelo sistema tegumentar, 123, 131
termos anatômicos regionais, 16-17
termos direcionais/região ventral (anterior), 18
revestimento de membranas serosas, 108
testa (região frontal), 16, 164
inervação, 295
músculos faciais, 236-237
testículos, 633, 634
hormônios secretados por, 361, 366
testosterona produzida por, 636
testosterona, 636
efeitos periféricos, 636
estrutura, 52
hormônio folículo-estimulante (FSH), 636
hormônio luteinizante (LH), 366, 636
resposta aosmasculino, 676
tetania (tétanos), 219
tétano (doença), 225
tiamina (vitamina B1), 572
tíbia, 161, 186, 187
articulação com a fíbula, 187, 191
articulação com o tálus, 188
articulação do joelho, 193
maléolo medial, 187, 234
músculo grácil, 244
músculos que movem o joelho, 244, 245
músculos que movem o pé, 246-247
músculos que se originam na, 234, 246
timina (T), 58-59
código genético, síntese da proteínas, 6-77
timo, 396, 467, 473, 475
hormônios secretados por, 361, 475
produção de linfócitos, 473
timosinas, 475
tímpano, 328. *Veja também* **membrana timpânica**
tímpano. *Veja* **membrana timpânica**
tipo de tecido, 110. *Veja também* **osso (tecido ósseo)**
Tipo sanguíneo A, 390, 391
Tipo sanguíneo AB, 390, 391
Tipo sanguíneo B, 390, 391
Tipo sanguíneo O, 390, 391
tireoglobulina, 368
tireoidite, 490
tirosina (aminoácido), 126, 360
tirosina, de moléculas de tireoglobulina, 368
tiroxina (T4), 369
derivados de tirosina, 360
durante a gravidez, 671
frequência cardíaca afetada por, 451
título de anticorpos, 487
tom /volume do som, 336-337
tom e volume, 337
tonsila faríngea (adenoide), 474
tonsila lingual, 474
tonsilas palatinas, 467, 474
tonsilas palatinas, 474, 529
tonsilite, 474
tônus muscular, 220
ativação simpática, 312
atrofia, 224
núcleos base, 271
tórax/peito (região torácica), 16
caixa torácica, 176
drenagem venosa, 413, 415, 421
irrigação, 412, 414, 420
parte torácica da aorta, 420
vértebras torácicas, 170, 173
tórax/peito (região torácica), 16
tornozelo (região tarsal), 16, 188
articulação *Veja* **articulação do tornozelo**
ossos curtos, 146
ossos tarsais, 188
peso corporal, 189
toxinas, resposta à lesão de tecidos, 114-115
trabalho (células), 35, 38
trabalho de parto, 672-673
estágios, 673
estimulação pela ocitocina, 367
prematuro, 673
trabalho de parto falso/ verdadeiro, 672
trabéculas, 152
trabéculas cárneas, 440
traço falciforme, 400
tradução (síntese de proteínas), 77
transcrição (síntese de proteínas), 77
transfusões de sangue, 390-391
transpiração
efeito do resfriamento, 41
mudanças relacionadas à idade, 137
transporte de oxigênio, 505
ferro essencial, 389
glóbulos vermelhos, 387, 388-389
nos pulmões/tecidos periféricos, 511
unidade de heme, 389
transporte mediado por carreador, 85
difusão facilitada, 85, 87, 88
hormônios da tireoide, 369
transporte ativo, mecanismo ativo, 85, 89
transtornos alimentares, 577
transtornos respiratórios ácido-base, 625
transudato, 108
traqueia, 499, 500
cartilagens, 500
células da mucosa, 104
cílios, 103
músculo traqueal, 500
relação com a glândula tireoide, 368
trato gastrointestinal (GI), 521, 527-546. *Veja também* **sistema digestório**
trato genital feminino, 641
trato, sistema genital masculino, 633, 634
secreções, 637
Trato GI (gastrointestinal). *Veja* **trato digestório**
trato iliotibial, 234, 235, 244, 247ílio, 183
trato intestinal
intestino delgado, 538-539
intestino grosso, 542-543
prega circular, 538-539
trato olfatório, 294, 326
trato, sistema urinário, 591, 609
barorreceptores, 319, 322
condução da urina, 610-611
homem, 609
MALT, 467, 474, 478
mulher, 609
órgãos, 591, 609
tecido muscular esquelético nos orifícios, 205
tratos ascendente/descendente, 284
tratos ascendentes do SNC, 284
da ponte, 270, 279
do bulbo, 279
reflexos, 302, 303
tratos descendentes do SNC, 284
da ponte, 279
do bulbo, 279
reflexos, 302, 303
trifostato de adenosina (ATP), 57. *Veja também* **ATP**
triglicérides, 51
digestão, 568-569
hormônio do crescimento, 367
metabolismo celular, 562, 563
metabolismo, 568-569
secreção sebácea, 134
sintetizado pelo RE liso, 70
trígono, 610
tri-iodotironina (T3), 369
frequência cardíaca afetada por, 451
trimestres da gravidez (primeiro/ segundo/terceiro), 659
desenvolvimento dos sistemas orgânicos, 668-669
trinca (DNA), 76
tripeptídeos, 54
tripsina, 551, 570
triptofano, 360
trissomia do 21 (síndrome de Down), 682
trítio, 28
trocânteres (característica de superfície de osso), 147
do fêmur (maior/menor), 186
trocas gasosas
circuito pulmonar, 403
redes alveolares, 411 (ramificações), 497 (alvéolos), 502-503
tróclea (característica de superfície do osso), 147
tróclea do olho, 341
do tornozelo, 188
do úmero, 147, 180, 181
trofoblasto sincicial, 661, 664, 665, 666
trofoblasto, 661, 666
neoplasia trofoblástica gestacional, 663
trombina, 399
trombo (coágulo de sangue), 398, 442
tronco braquiocefálico, 412, 414, 416
tronco celíaco, 412, 420, 422
ramos, 420
tronco encefálico, 270
bulbo, 270, 279
centros respiratórios, 512
formação reticular, 280
mesencéfalo, 270, 279
núcleos autonômos, 307
núcleos motores somáticos, 279, 307 (sensitivos)
ponte, 270, 279
vias motoras, 299
vias sensoriais, 298
tronco intestinal, 471
tronco linfático jugular, 471
tronco linfático subclávio, 471
tronco pulmonar, 4, 411
troncos (grandes artérias), 4, 411
troncos linfáticos, 470-471
troncos linfáticos lombares, 471
tropomiosina, 208
ciclo de contração muscular, 214-215
troponina, 208
TSH (hormônio estimulante da tireoide/tireotrofina), 366
derivado de glicoproteínas, 360

tuba auditiva (Trompa de Eustáquio), 328, 329
tuba auditiva, 328, 329
tubas uterinas, 641, 642, 646-647
epitélio colunar simples, 102
fertilização, 660
pré-embrião, 660
túber isquiático, 183
tubérculo púbico, músculos do quadríceps femoral, 245
tubérculos (característica da superfície do osso), 147
do úmero (maior/menor), 147, 180
tuberosidade do sacro, 175
tuberosidade (característica de superfície do osso), 147
tuberosidade da tíbia, 187, 245
tuberosidade deltoide do úmero, 180
tuberosidade glútea do fêmur, 186
tuberosidade radial, 181
tubo faríngeo timpânico. *Veja* **tuba auditiva**
tubo neural, 269
túbulo contorcido distal (TCD), 594, 600, 605
túbulo contorcido proximal (CP), 594, 600, 604
túbulo renal, 594
túbulos seminíferos, 634
produção de espermatozoides, 635, 636
túbulos T (túbulos transversos), 209
contração muscular, 210-211
túbulos transversos ou túbulos T, 209
contração muscular, 210-211
tumor benigno, 82
tumor maligno, 82-83
tumores, 82-83
túnica externa (adventícia) dos vasos sanguíneos, 404-405
túnica íntima (túnica interna) dos vasos sanguíneos, 404-405
túnica média (camada média) dos vasos sanguíneos, 404-405

U

úlcera do duodenal, 553
úlcera gástrica, 553
úlcera péptica, 553
úlceras, estômago, 553
ulna, 161, 181
articulação cilíndrica, 194
articulação do cotovelo, 6, 180, 181, 242
articulação do úmero, 180
articulação elipsóidea, 194
articulação radiulnar, 181
articulações, 180, 181
movimentos de rotação, 232
ultrassonografia, caminhos profissionais, 24-25
umbigo (região umbilical), 16
úmero, 180
articulação cilíndrica, 194
articulação do antebraço, 6, 180
articulação do cotovelo, 180
articulação esferóidea, 194
articulações, 180
características da superfície, 147, 180
cartilagem articular, 148
cavidade glenoide, 179
fossa subescapular, 179
irrigação, 149
osso longo, 146
parte do esqueleto apendicular, 161
relação com a clavícula, 178
unhas, 136
funções, 131, 136
informações de diagnóstico, 136
unhas dos pés, funções das, 131, 136
unhas, as funções das, 131, 136
unidade de massa atômica/Dalton, 28
unidade motora, 220
no músculo esquelético, 220
uracila (U), 58-59
ureia, 387, 599
ureteres, 101, 591, 592, 609, 610
uretra, 591, 609
feminina, 648
masculina, 633, 634
receptores de pressão, 321
urina, 591
armazenamento, 609
caminho no trato urinário, 611
características gerais, 603
débito/frequência anormais, 612
excreção iônica, 617
filtrado, 594
formação, 599, 600-601
glicose, 377
pH, 44, 603
possíveis achados, 613
regulada por hormônios, 602-603
sistema coletor, 595
valores laboratoriais de solutos, 599
volume/concentração, 602, 603
urinálise, 613
urinar (micção), 591, 610
barorreceptores, 322
estimulação parassimpática, 313
útero, 641, 642, 643, 646-647
camadas da parede, 646
hormônio ocitocina, 367
inervação na divisão parassimpática, 311
inervação na divisão simpática, 310
irrigação, 424
mudanças de tamanho na gravidez, 671
utrículo, 330, 331
aceleração linear, 330, 331
máculas, equilíbrio, 333
sensações de gravidade, 330, 331, 333
úvula, 528, 529, 532

V

vacina, 651
vacina de VZV, 293
vacinas
imunidade ativa artificialmente induzida, 483
papilomavírus humanos (HPV), 651
vagina, 99, 424, 641, 642, 648
valva aórtica (valva aórtica semilunar), 440, 441
danificada, 443
em diástole/sístole ventricular, 446
valva cardíaca mitral (bicúspide/esquerda AV), 440, 441
valva ileocecal, 540, 542
valva pulmonar (válvula semilunar pulmonar), 440, 441
diástole/sístole ventricular, 446
valva tricúspide (valva AV direita), 440, 441
valvas
cardíacas, 440-441, 442-443
das veias, 408, 453
dos vasos linfáticos, 469
valvas atrioventriculares (AV), 440-441
direita (tricúspide), 440, 441
em diástole ventricular, 446
esquerda (bicúspide), 440, 441
valvas cardíacas bioprotéticas, 443
válvulas semilunares, 440, 441
sístole ventricular, 446
vanádio, 29
varizes, 408
vasectomia, 653
vasoconstrição, 367, 404, 457
hormônio antidiurético, 367
regulação endócrina, 458
vasoconstritor, 456
vasodilatação, 404, 457, 584
vasodilatadores, 456
vasomotricidade, 407
vasopressina, 367
vasos linfáticos (sistema linfático), 467, 468-469
aferente, 474
da derme, 128
do sistema digestório, 524
do trato intestinal, 538, 539
eferente, 474
vasos linfáticos aferentes, 474
vasos retos, 597, 604-605
vasos sanguíneos cerebrais, pia-máter, 272
vasos sanguíneos, 385, 403-426
artérias,403, 404-405. *Veja também* **artérias**
arteriosclerose, 406
aterosclerose, 406
barorreceptores, 319, 322
camadas (túnicas), 404-405
capilares,403, 405. *Veja também* **capilares**
cerebral, 272
circuito pulmonar, 403, 410-411
circuito sistêmico, 403, 409, 410-411
coagulação, 13, 158, 396, 398-399
contração e regulação homeostática, 12
coração, tecidos periféricos, 403
de tecido muscular esquelético, 206
dilatação e regulação homeostática, 12, 115
do olho, 340, 342
forame transverso da vértebra cervical, 172
funções, 385
inervação simpática, 310
mecanismos de feedback negativo, 12
miocárdio, 434
músculo liso das paredes dos vasos, 12, 93, 112
na cura de feridas, 138-139
no crescimento ósseo embrionário, 154-155
no folículo piloso, 132
no osso, 110, 111, 149, 152, 154-155
oclusão, 410
organização (tabela), 410
órgão no sistema cardiovascular, 8
passagens (forames) para 165
permeabilidade, resposta à inflamação, 115
pessoas mais idosas, 406
pressão arterial, 453
sangue, 385-402. *Veja também* **sangue**
tecidos periféricos e coração, 403
termorregulação, 131
vasoconstritor, 456
vasodilatadores, 456
veias, 403, 404-405
veia axilar, 413, 415, 417
veia ázigo, 421
veia basílica, 413, 415
veia braquial, 413, 415
veia braquiocefálica, 413, 415, 417
veia cava
inferior, 4, 405, 411, 413, 421, 423
superior, 4, 405, 411, 413, 415, 417, 421
veia cava inferior, 4, 405, 411, 413, 421
veia cava superior, 4, 405, 411, 413, 415, 417, 421
relação com as câmaras cardíacas, 437
veia cefálica, 413, 415
veia central da retina, 346
veia cística, 423
veia cubital mediana, 413, 415
veia do arco venoso plantar, 413
veia epifisária, do úmero, 149
veia esplênica, 423
veia facial, 417
veia femoral, 413, 425
veia fibular, 413, 425
veia maxilar, 417
veia mediana do antebraço, 413, 415
veia occipital, 417
veia poplítea, 413, 425
veia porta (do fígado), 423, 543, 549, 565, 566-567
veia radial, 413, 415
veia renal, 413, 421, 596
veia safena magna, 413
veia subclávia (esquerda/direita), 413, 415, 417
linfa, 470-471
veia temporal, 417
veia torácica interna, 415
veia ulnar, 413, 415
veia umbilical, 666
veia vaginal, 648
veias, 385, 403, 404-405
camadas (túnicas), 404-405
coronária, 439
distribuição do volume total de sangue, 409
do circuito pulmonar, 403, 410, 411
do plexo cutâneo, 123
do tecido da pele, 123
dos nervos espinais, 292
dos ossos, 152
e artérias, diferenças, 404-405
funções, 385
pressão sanguínea, 408, 451, 453
pressão venosa, 453
retorno venoso, 451, 453
valvas, 408
varizes, 408
vênulas, 405
veias arqueadas, 596
veias brônquiais, 421
veias cardíacas, 439
veias cerebrais (profunda/magna/superficial), 419
veias digitais, 413, 415, 425
veias do esôfago, 421
veias do mediastino, 421
veias frênicas, 421
veias gástricas (esquerda/direita), 423
veias gonadais, 413, 421
veias hepáticas, 421, 423, 549
veias ilíacas (comuns/externa/ interna), 413, 425
veias intercostais, 421
veias interlobares, 596
veias interlobulares, 596
veias jugulares (externas/internas), 413, 415, 417, 419
ductos linfáticos, 471
forame jugular, 165, 419
relação com a glândula tireoide, 368
veias lombares, 413, 421
veias mesentéricas (inferior /superior), 423, 522, 543
veias ovarianas (gonadais), 413, 421, 643
veias pulmonares (esquerda/direita), 403, 404-405, 411
redes capilares alveolares, 502-503
relação com as câmaras cardíacas, 437
valvas cardíacas, 440, 441
veias safenas(magna/parva), 413, 425
veias sistêmicas, 403, 404-405, 409, 413-425
veias suprarrenais, 421
veias testiculares (gonadais), 413, 421
veias tibiais (anteriores/posteriores), 413, 425
veias vertebrais, 172, 413, 415, 417, 419
ventilação alveolar, 505
ventilação pulmonar,505-508. *Veja também* **respiração**
ventilação respiratória (pulmonar), 505
alterações de pressão, 506-507
atividade física, 460
caixa torácica, 176, 506
centros de controle do tronco encefálico, 512
ciclo respiratório, 509
forçada, 512
frequência respiratória, 308, 312
mudanças relacionadas à idade, 515
músculos, 508
níveis de gás carbônico, 513
núcleos da ponte, 279, 512
repouso, 512
volume/capacidade, 509
ventre occipital do músculo occipitofrontal, 237
ventrículo direito do coração, 4, 403, 437
circuito pulmonar, 410
circulação cardíaca, 438-439
valvas cardíacas, 440-441
ventrículo esquerdo do coração, 4, 403, 437
circuito pulmonar, 410
circulação coronaria438-439

origem da aorta, 414
valvas cardíacas, 440-441
ventrículos cerebrais, 271, 273
ventrículos do coração, 403, 437
ciclo cardíaco, 445-452
circulação cardíaca, 438-439
diástole, 445, 446
direito, 4, 403, 410, 437
esquerdo, 4, 403, 410, 414, 437
fluxo do sangue, 440-441
septo interventricular, 440
sístole, 445, 446
valvas cardíacas, 440-441
ventrículos laterais do cérebro, 271
vênulas, 405
dos ossos, 152
leitos capilares, 407, 456
pressão sanguínea, 408
verdadeiro trabalho de parto, 672
vértebra com uma proeminência (C2), 172
vértebras, 161
cervical, 162, 165, 170, 172
crânio, 165
diferenças regionais, similaridades, 170
estrutura, 171
fraturas, 177
irrigação, 420
lombar, 170, 174, 184
ossos irregulares, 146
peso do corpo, 170, 172
torácicas, 170, 173
vértebras cervicais, 170, 172
crista occipital externa, 165
drenagem venosa, 417, 419
músculos, 238
nervos espinais, 282
peso da cabeça, 172
vértebras lombares, 170, 174
ligamentos da pelve, 184
nervos espinais, 282
vértebras sacrais
nervos parassimpáticos, 309
sacro, 175
vértebras torácicas, 170, 173
nervos espinais, 282
vertigem, 353
vesícula biliar, 17, 521, 527, 547, 550
armazena bile, 547, 549, 550
drenagem venosa, 423
epitélio colunar simples, 102
inervação parassimpática, 311
inervação simpática, 310
irrigação, 420, 422,
relação com regiões abdominopélvicas, quadrantes, 17
transtornos, 552
vesículas de transporte, 72
transporte vesicular, 85, 89
vesículas secretoras, 72
vesículas sinápticas, 266
vesículas, 72, 73
revestidas, 108
vestíbulo da boca, 18. *Veja também* **Bochecha**
vestíbulo da cavidade oral, 529
vestíbulo da vagina, 648
vestíbulo do labirinto ósseo, 330, 331
vestíbulo nasal, 499
VHD (doença cardíaca valvular), 443
via aérea: efeitos dos SNA simpático/parassimpático 312, 313
via corticospinal, 299
via da coluna posterior, 298
via espinotalâmica, dor referida, 304
via extrínseca da hemostasia, 399
via intrínseca da hemostasia, 399
via metabólica, 37
via normal de hemostasia, 399
vias anabólicas, 562-563, 571
vias, 560-561, 562-563, 571
resultados, 559
vias de difusão para várias substâncias, 455
como vasos sanguíneos de troca, 403, 405
de fibras musculares, 206
dos pulmões, 403
fluido intersticial, 470
funções, 385
linfáticos, 468
mecanismo de troca, 453, 454-455
na cabeça/pescoço/membros superiores, 403
peritubulares, 597
renais, 597
trocas gasosas, 505, 511
vias internodais, 447
vias motoras, 299
distúrbios, 305
vias sensitivas, 298
olfativa, 326
vias visuais para o cérebro, 350
nervo óptico, 294, 340, 341, 342, 350
vigilância imunológica, 472, 473, 477, 481
vilosidade coriônica, 666
vilosidades
do endométrio, 661
intestinais, 538-539
mucosa do trato digestório, 522, 523, 524
VIP (peptídeo intestinal vasoativo), 541, 545
viremia, 401
virilha. *Veja* **regiões inguinais**
vírus
células NK (*natural killers*), 472, 485
HIV, 491
Interferons, 477, 485
neutralização pelo anticorpo, 488
no sangue, 401
raiva, 304
vírus da caxumba/papeira, 552
vírus da imunodeficiência humana (HIV), 491
vírus da varicela-zóster, 293
vírus do papiloma humano (HPV)
vírus varicela-zóster (VZV), 293
visão (olho), 338-351
acomodação, 344-345, 351
anormalidades, 351, 352
córtex visual, 276, 277, 278, 350
eixo visual, 343
estímulo do SNC, 312, 313
estruturas do olho, 338-343
fotorreceptores, 340, 346-350
hipermetrope (emetropia), 351
mecanismos de foco, 344-345
míope (miopia), 351
mudanças relacionadas à idade, 352
musculatura, 341, 343
nervo óptico, 294, 340, 341, 342, 346, 350
normal (emetrópico), 351
percepção de profundidade, 350
processamento de memória, 270, 276, 278, 346, 350
receptores externos, 261
receptores sensitivos especiais, 255
refração da luz, 344-345
vias visuais para o cérebro, 340, 341, 342, 350
visão das cores, 347
vísceras, 20
vitamina A, 573
sintetizada a partir do pigmento retinal, 348
vitamina B1 (tiamina), 572
vitamina B12 (cobalamina), 400, 572
vitamina B2 (riboflavina), 572
vitamina B3 (niacina), 572
vitamina B5 (ácido pantotênico), 544, 572
vitamina B6 (piridoxina), 572
Vitamina B7 (biotina), 544, 572
vitamina B9 (folato/ácido fólico, 572
vitamina C (ácido ascórbico), 572
vitamina D3 (colecalciferol), 573
deficiências/excessos, 573
fontes, 129
radiação UV/luz solar, 129
síntese diminuída pelo envelhecimento, 129
sintetizada pela pele, 123, 129, 131
vitamina E, 573
vitamina K, 544, 573
processo de coagulação, 400, 573
vitaminas, 572-573
coenzimas, 560
deficiências/excessos, 572, 573
hidrossolúveis (tabela-resumo), 572
lipossolúeis (tabela-resumo), 573
produção por bactérias digestórias, 89, 544, 572
vitaminas hidrossolúveis, 572
vitaminas lipossolúveis em gordura, 573
vitaminas, 572-573
volume corrente (VC), 507, 508, 509
volume de reserva inspiratório (VRI), 509
volume de reserva inspiratório (VRI), 509
volume e tom do som, 337
volume residual, 509
volume sanguíneo
aldosterona, 458
angiotensina II, 458
cloro, 29
distribuição (gráfico), 409
durante a gravidez, 671
equilíbrio de sódio, 618-619
eritropoetina, 397, 458
hemorragia, 409
hormônio antidiurético, 367, 458
mecanismos de autorregulação, 456
no sistema venoso, 408
péptido natriurético atrial, 459
regulação hormonal, 458-459
sódio, 29
volume sistólico (SV), 450-451
em repouso/atividade, 460
fatores que modificam, 451
regulação hormonal, 451, 453
regulação neural, 451, 453
volumes e capacidades pulmonares, 509
volumes, pulmonares, 509
alterações de pressão, 506-507
vômer, 162
VRI (volume de reserva expiratória), 509
VS (volume sistólico), 450-451, 453
VT (volume corrente), 507, 508, 509
vulva, 648
VZV (vírus varicela-zóster), 293

Z

zigoto, 660
zinco, 29, 617
zona de sobreposição, 208, 212
zona pelúcida, 645, 660
Zostavax, 293

CRÉDITOS

Ilustrações

Todas as ilustrações foram feitas pela Medical & Scientific Illustration, exceto as relacionadas a seguir foram feitas pela Imagineering: p. 18, p. 19, p. 22 topo, p. 24 segunda à esquerda, p. 96-97, p. 105 à esquerda, p. 214 à direita, p. 215, p. 249 segunda do topo à direita, p. 385, p. 392 topo, p. 393 topo, p. 427 topo à esquerda, p. 467, p. 476, p. 493 topo à esquerda, p. 512 topo, p. 633, p. 641, p. 655 topo à esquerda, p. 655 segunda do topo à esquerda, p. 670, p. 672-673, p. 676 última à esquerda, p. 677 última à direita, p. 685 segunda e terceira no topo à direita.

Fotos

Prefaciais: p. vi topo: Johannes de Ketham. Fasiculo de Medicina. (Venice, 1495); p. vi inferior: zoomstudio/iStockphoto; p. vii: Andresr/ Shutterstock; p. xix: Leigh Schindler/iStockphoto .

Capítulo 1 Abertura: AYAKOVLEV.COM/ Shutterstock; p. 3 topo: Andreas Reh/iStockphoto; no meio: Larry Mulvehill/Photo Researchers, Inc.; p. 6: Ralph T. Hutchings; p. 15: Andreas Vesalius. De humani corporis fabrica (Liber VII) from Images from the History of Medicine; p. 17 all; Custom Medical Stock Photo, Inc.; p. 23 topo à esquerda: Andreas Reh/iStockphoto; inferior à direita: Andreas Vesalius. De humani corporis fabrica (Liber VII) from Images from the History of Medicine; p. 24 topo à esquerda: Custom Medical Stock Photo, Inc.; no meio: Bork/Shutterstock; inferior: Reflekta/Shutterstock; p. 25: Dule964/ Dreamstime.

Capítulo 2 Abertura: Lomachevsk/ Dreamstime; p. 35: Valua Vitali/iStockphoto; p. 41 topo: Brandon Parry/Shutterstock; inferior: Ryerson Clark/iStockphoto; p. 47 à esquerda: Denis Pepin/iStockphoto; à direita: Camilla Wisbauer/ iStockphoto; p. 62: Denis Pepin/iStockphoto; p. 63 topo: Donald R. Swartz/Shutterstock; inferior: Blend Images/Fotolia .

Capítulo 3 Abertura: Henrik Jonsson/iStockphoto; p. 72: Dr. Birgit Satir; p. 74: Don W. Fawcett; p. 80 à esquerda e no meio: Ed Reschke/PhotoLibrary; à direita: James Solliday/ Biological Photo Service; p. 81 all: Ed Reschke/ PhotoLibrary; p. 83: Dr. Riaz Agha/From: The International Journal of Surgery Image Library (theijs.com); p. 98: Robert B. Tallistch; p. 99: Frederic H. Martini; p. 100 topo: Robert B. Tallistch; inferior: Gregory N. Fuller; p. 101 both: Robert B. Tallistch; p. 102: Frederic H. Martini; p. 103 topo: Robert B. Tallistch; inferior: Gregory N. Fuller; p. 105: Dr. Holger Jastrow; p. 107 topo e no meio: Robert B. Tallistch; inferior: Frederic H. Martini; p. 109 topo: Robert Brons/Biological Photo Service; no meio: Science Source/Photo Researchers, Inc.; inferior: Robert B. Tallistch; p. 111: Robert B. Tallistch; p. 112 all: Robert B.Tallistch; p. 114 topo: iStockphoto; inferior: Leah-Anne Thompson/ iStockphoto; p. 120 topo: Newstockimages/ iStockphoto; inferior à esquerda: lightpoet/ Shutterstock; inferior à direita: DNY59/iStockphoto; p. 121: Pali Rao/iStockphoto.

Capítulo 4 Abertura: Don Bayley/ iStockphoto; p. 124 all: Robert B. Tallistch; p. 125 topo: Robert B. Tallistch; p. 125 inferior: Cloud Hill Imaging/www.lastrefuge.co.uk; p. 126: Robert B. Tallistch; p. 127 all: Elizabeth A. Abel; p. 128 à esquerda: Steve Gschmeissner/Photo Researchers, Inc.; à direita: Prof. P. Motta, Dept. of Anatomy, University "La Sapienza," Rome/ Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; p. 129: Biophoto Associates/ Photo Researchers, Inc.; p. 135 both: Frederic H. Martini; p. 136: Jim Thomas M.D./Dermnet.com, Interactive Medical Media; p. 138: William C. Ober; p. 139: Kristine Hannon; p. 141: Biophoto Associates/Photo Researchers, Inc.; p. 142 topo: Stephen Coburn/Shutterstock; inferior: Nancy Louie/iStockphoto; p. 143: stefanolunardi/ Shutterstock.

Capítulo 5 Abertura: Jana Blašková/ iStockphoto; p. 149: seelevel.com; p. 151: Robert B. Tallistch; p. 155: Ralph T. Hutchings; p. 156 topo à esquerda: Dennis MacDonald/Alamy; inferior à esquerda: Gary Parker Photography; à direita: Joeff Davis; p. 157 à esquerda: MUSTAFA OZER/AFP/Getty Images/Newscom; topo à direita: Frederick Kaplan M.D./From: Overexpression of an Osteogenic Morphogen in Fibrodysplasia Ossificans Progressiva. Adam B. Shafritz et al. New England Journal of Medicine. 1996 Aug 22;335(8):555–561. Courtesy of the Mütter Museum, College of Physicians of Philadelphia. Copyright ©1996 Massachusetts Medical Society. All rights reserved; inferior à direita: Laura Gould/From: Mosby's Dental Dictionary, 2nd edition, 2008. © Elsevier; p. 158: iStockphoto; p. 159 topo à esquerda: Dr. Kathleen Welch; no topo no meio à esquerda: SIU Biomed com/Custom Medical Stock Photo, Inc.; topo no meio: Custom Medical Stock Photo, Inc.; topo, no meio à direita: Zephyr/Photo Researchers, Inc.; topo à direita: Frederic H. Martini; inferior à esquerda: Mark Aiken (chezlark.com); inferior, no meio à esquerda: Image reprinted with permission from eMedicine.com, 2009. Available at: http://emedicine.medscape.com/article/1260633-overview.; no meio à direita inferior: LIVING ART ENTERPRISES, LLC; inferior à direita: Scott Camazine/Photo Researchers, Inc.; p. 168: à direita Based on Life-size Auditory Ossicles, model LT-E13 by 3B Scientific; inferior: Ralph T. Hutchings; p. 172 both: Ralph T. Hutchings; p. 173 both: Ralph T. Hutchings; p. 174 all: Ralph T. Hutchings; p. 175 both: Ralph T. Hutchings; p. 177 topo à esquerda: Caters News Agency; à direita: Dreamstime LLC; inferior: Princess Margaret Rose Orthopaedic Hospital/Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; p. 178 both: Ralph T. Hutchings; p. 179 all: Ralph T. Hutchings; p. 180 both: Ralph T. Hutchings; p. 181 both: Ralph T. Hutchings; p. 182: Ralph T. Hutchings; p. 184: Ralph T. Hutchings; p. 186 both: Ralph T. Hutchings; p. 187 both: Ralph T. Hutchings; p. 188: Ralph T. Hutchings; p. 189 both: Ralph T. Hutchings; p. 195 à esquerda e no meio: Prof. P. Motta/SPL/ Photo Researchers, Inc.; à direita: Michael J. Timmons; p. 196 topo: Steve Rabin/iStockphoto; no meio à esquerda e à direita: Abramson Lab and Rheumatology Research Laboratory, NYU School of Medicine; inferior à esquerda: Sanjiv Jari (www.thekneedoc.co.uk) (www.sportsmedclinic.com); inferior à direita: Stanley S. Tao, Scott Orthopedic Center, Huntington, West Virginia (www.scottorthopedic.com); p. 197 topo: Mark D. Miller, S. Ward Casscells Professor of Orthopaedic Surgery, University of Virginia; inferior à esquerda, no meio e à direita: Smith & Nephew, Inc.; p. 199: Gary Parker Photography; p. 200: Ralph T. Hutchings; p. 201 topo à esquerda e à esquerda: Ralph T. Hutchings; no meio à esquerda: Dreamstime LLC; inferior à direita: Ralph T. Hutchings; p. 202 topo à esquerda: Ralph T. Hutchings; no meio à direta: Mark D. Miller, S. Ward Casscells Professor of Orthopaedic Surgery, University of Virginia; inferior: Yuri Arcurs/Shutterstock; p. 203 topo: sunil menon/iStockphoto; no meio: aceshot1/ Shutterstock.

Capítulo 6 Abertura: Juanmonino/ iStockphoto; p. 224 à direita: Terry Wilson/ iStockphoto; à esquerda: Chris Schmidt/iStockphoto; p. 250 inferior à esquerda: Terry Wilson/iStockphoto; p. 252 topo à esquerda: Stylephotographs/Dreamstime; à direita: Dean Mitchell/Shutterstock; p. 253: Catherine Yeulet/iStockphoto.

Capítulo 7 Abertura: Sebastian Kaulitzki/ iStockphoto; p. 274: Ralph T. Hutchings; p. 275: Ralph T. Hutchings; p. 281: Jodi Jacobson/ iStockphoto; p. 284: Michael J. Timmons; p. 285: Ralph T. Hutchings; p. 289 à esquerda: Steve Cole/ iStockphoto; à direita: Ryan McVay/Lifesize/ Thinkstock.

Capítulo 8 Abertura: Jana Blašková/ iStockphoto; p. 293: William C. Ober; p. 304 topo: Lisa F. Young/iStockphoto; no meio: University of Rochester Department of Pathology; inferior: Len Tillim/iStockphoto; p. 305 topo: Cecilia Magill/ Photo Researchers, Inc.; no meio: Bettmann/ Corbis Images; inferior: Gunilla Elam/Photo Researchers, Inc.; p. 315: University of Rochester Department of Pathology; p. 316 topo: Konstantin Sutyagin/ Shutterstock; inferior: Susy56/ Dreamstime; p. 317: Design Pics Inc./Alamy.

Capítulo 9 Abertura: Lana K/Shutterstock; p. 319 à esquerda: iStockphoto; à direita: Ankya/ Shutterstock; p. 334: Michael J. Timmons; p. 338: Ralph T. Hutchings; p. 339: iStockphoto; p. 343 both: Diane Hirsch/Fundamental Photographs NYC; p. 346: Custom Medical Stock Photo, Inc.; p. 351: David Kevitch/iStockphoto; p. 352 topo à esquerda: iStockphoto; topo à direita: Sharon Dominick/iStockphoto; inferior

à esquerda: Olga Ekatarincheva/iStockphoto; inferior à direita: Micheline Dubé/iStockphoto; p. 353 topo: iStock- photo; inferior: Konrad Lange/iStockphoto; p. 356 topo à direita: Custom Medical Stock Photo, Inc.; inferior à direita: Micheline Dubé/iStockphoto; p. 357 topo: StockLite/Shutterstock; inferior: Oliver Hoffmann/Shutterstock.

Capítulo 10 Abertura: Michael Svobada/iStockphoto; p. 360 topo à esquerda: Miha Krivic/ iStockphoto; inferior à esquerda: Kelly Cline/ iStockphoto; à direita: James Steidl/iStockphoto; p. 368: Robert B. Tallistch; p. 370: Frederic H. Martini; p. 372: Ward›s Natural Science Establishment; p. 376: Lutz Slomianka; p. 377: Mikhail Kokhanchikov/iStockphoto; p. 378: Stephanie Horrocks/iStockphoto; p. 379: Ruhani Kaur/UNICEF India Country Office; p. 382 top: Mikhail Kokhanchikov/iStockphoto; no meio: Galina Barskaya/Shutterstock.com; inferior: Aspen Photo/Shutterstock; p. 383: Joshua Hodge Photography/iStockphoto.

Capítulo 11 Abertura: Bogdan Pop/ iStockphoto; p. 388 topo à esquerda: Frederic H. Martini; topo à direita: Cheryl Power/Photo Researchers, Inc.; inferior: Ed Reschke/Photolibrary; p. 391: Karen E. Petersen, Dept of Biology, University of Washington; p. 394: Robert B. Tallistch; p. 400 topo: Shevelev Vladimir/Shutterstock; inferior à esquerda: iStockphoto; inferior à direita: Eye of Science/Photo Researchers, Inc.; p. 401 topo à esquerda: National Medical Slide Bank/ Custom Medical Stock Photo, Inc.; topo à direita: Wikipedia; inferior: Christopher Badzioch/ iStockphoto; p. 403: Kyu Oh/iStockphoto; p. 404: Biophoto Associates/Photo Researchers, Inc.; p. 406 topo: B&B Photos/Custom Medical Stock Photo, Inc.; inferior: Peter Arnold, Inc./Photolibrary; p. 409: Timothy Kosachev/iStockphoto; p. 427: Robert B. Tallistch; p. 428 topo: Shevelev Vladimir/ Shutterstock; inferior: B&B Photos/ Custom Medical Stock Photo, Inc.; p. 430 topo: Alexraths (Alexander Raths)/Dreamstime; inferior: dlewis33/ iStockphoto; p. 431: Malota/ Dreamstime.

Capítulo 12 Abertura: Mads Abildgaard/ iStockphoto; p. 435: Robert B. Tallistch; p. 442 topo à esquerda e à direita: Howard Sochurek/ Corbis; p. 442 inferior: ICVI-CCN/Photo Researchers, Inc.; p. 443 topo à esquerda: Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; topo à direita: Biophoto Associates/Science Source/ Photo Researchers, Inc.; no meio topo: Margaret Grimes; no meio inferior: Patty Quinehan; inferior: iStockphoto; p. 449: Larry Mulvehill/ Photo Researchers, Inc.; p. 450: William C. Ober; p. 459: iStockphoto; p. 463 topo: Margaret Grimes; inferior: William C. Ober; p. 464: Du Cane Medical Imaging Ltd./Photo Researchers, Inc.; p. 465 topo: Mark Kostich/iStockphoto; inferior: Adivin/ iStockphoto.

Capítulo 13 Abertura: Sebastian Kaulitzki/ iStockphoto; p. 469: Frederic H. Martini; p. 471: Barkley Fahnestock/iStockphoto; p. 474: Ralph T. Hutchings; p. 477: iStockphoto; p. 478: Josh Hodges/ iStockphoto; p. 479: CC-BY--SA Photo:Etxrge; p. 480: Ashok Rodrigues/ iStockphoto; p. 489: Monika Wisnievska/iStockphoto; p. 490 topo à esquerda: Stan Rohrer/ iStockphoto; topo à direita: Courtesy of Sentara Heathcare; inferior: Elwynn/Dreamstime. com; p. 491 à esquerda: C. Goldsmith, P. Feorino, E. L. Palmer, & W. R. McManus/CDC; à direita: Steve Code/ iStockphoto; p. 494 topo: Stan Rohrer/iStockphoto; no meio: zilli/iStockphoto; inferior: Andrew Gentry/ Shutterstock.

Capítulo 14 Abertura: Niderlander/Dreamstime; p. 498: iStockphoto; p. 514 topo: Dana Spiropoulou/iStockphoto; no meio: Jaren Wickland/ iStockphoto; inferior: iStockphoto; p. 518 topo: Dana Spiropoulou/iStockphoto; no meio à esquerda: Danijelm/Dreamstime; no meio à direita: WavebreakMedia- Micro/Fotolia; p. 519: muratseyit/iStockphoto.

Capítulo 15 Abertura: Sebastian Kaulitzki/ Shutterstock; p. 524: Frederic H. Martini; p. 531: Ralph T. Hutchings; p. 532 no meio: Alfred Pasieka/ Peter Arnold, Inc./Photolibrary; inferior: Astrid and Hanns-Frieder Michler/Science Photo Library/ Photo Researchers, Inc.; p. 535: Ralph T. Hutchings; p. 539: M.I. Walker; p. 552 topo: Dr. Richard Nejat; no meio: Barbara Rice/ CDC; inferior à esquerda: Gastrolab/ Photo Researchers, Inc.; inferior à direita: PD Image Stell98/Wikimedia Commons; p. 553 topo: David M. Martin, M.D./Photo Researchers, Inc.; no meio: Ronald Bleday M.D./BWH; inferior: Joel Mancuso, University of California, Berkeley; p. 557: Tracy Whiteside/Shutterstock.

Capítulo 16 Abertura: Blend_Images/ iStockphoto.com; p. 571: Celso Pupo Rodrigues/ Stockphoto; p. 572: Ilya Genkin/iStockphoto; p. 573: Olga Lyubkina/iStockphoto; p. 574: choosemyplate.gov/USDA; p. 575 topo: Kelly Cline/ iStockphoto; inferior: JoopHoek/iStockphoto; p. 577 topo à esquerda: B-d-s/Dreamstime; inferior à esquerda: katsgraphicslv/iStockphoto; à direita: David Gaylor/Shutterstock; p. 578 topo: William C. Ober; inferior à esquerda: Lyle Conrad/CDC; inferior à direita: Thalia Oster, COE; p. 582: Phanie Agency/Photo Researchers, Inc.; p. 583 à esquerda: Madlen/Shutterstock; à direita: Fotandy/Dreamstime; p. 587 topo: Ilya Genkin/iStockphoto; inferior: choosemyplate.gov; p. 588 topo à esquerda: Lyle Conard/CDC; topo à direita: Phanie Agency/ Photo Researchers, Inc.; no meio: KLH49/iStockphoto; inferior: Ironrodart/Dreamstime; p. 589: esolla/iStockphoto.

Capítulo 17 Abertura: Luis Pedrosa/ iStockphoto; p. 593: Ralph T. Hutchings; p. 601: Steve Gschmeissner/Photo Researchers, Inc.; p. 607: Beranger/Photo Researchers, Inc.; p. 609: Photo Researchers, Inc.; p. 613: David Gold/iStockphoto; p. 629 topo: Berenger/ Photo Researchers, Inc.; inferior: Photo Researchers, Inc.; p. 630: Sean Locke/iStockphoto.

Capítulo 18 Abertura: Steve Cole/ iStockphoto; p. 635: Eye of Science/Photo Research- ers, Inc.; p. 639: Elizabeth Kreutz/Lance Armstrong Foundation; p. 645 topo e no meio: Frederic H. Martini; inferior: C. Edelmann/La Villete/Photo Researchers, Inc.; p. 647: Custom Medical Stock Photo, Inc.; p. 651: iStockphoto; p. 652 topo à esquerda: Kim Gunkel/iStockphoto; topo à direita: Getty Images Inc. RF; no meio à esquerda: Brent Melton, iStockphoto; no meio à direita: Shutterstock; inferior à direita: Alamy; inferior à esquerda: Alamy; p. 653 à esquerda: Jennifer Trechard/iStockphoto; à direita: Maureen Spuhler; p. 656 topo: Brent Melton/ iStockphoto; inferior; Leigh Schindler/iStockphoto; p. 657: Mark Bowden/iStockphoto.

Capítulo 19 Abertura: Alberto Pomares/ iStockphoto; p. 666: Frederic H Martini; p. 668 topo à esquerda: Dr. Arnold Tamarin; topo à direita, inferior à esquerda e à direita: Lennart Nilsson/Scanpix Sweden AB; p. 669 à esquerda: Lennart Nilsson/Scanpix Sweden AB; à direita: Photo Researchers, Inc.; p. 670: Aldo Murillo/ iStockphoto; p. 675 à esquerda e no meio à esquerda: Jaroslav Wojcik/iStockphoto; no meio à direita: Justin Horrocks/ iStockphoto; à direita: Jacob Wackerhausen/ iStockphoto; p. 679 topo à direita: Valentin Casarsa/ iStockphoto; topo à esquerda: Bob Ainsworth/iStockphoto; inferior: Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; p. 680: Lisa McCorkle/iStockphoto; p. 681: Noriko Cooper/iStockphoto; p. 682 topo, meio e inferior à esquerda: Science Photo Library/Photo Research- ers, Inc.; topo à direita: Fotolia; no meio à direita: Malkolm Gin/Wikimedia commons; inferior à direita: Kumar Vikram/From: Robbins Pathologic Basis of Disease, 6th edition, by Kumar and Hagler, from the Interactive Case Study Companion, ©1999, W. B. Saunders Company, Elsevier; p. 683: Science Photo Library/ Photo Researchers, Inc.; p. 684: iStockphoto; p. 685: Lennart Nilsson/Scanpix Sweden AB; p. 686 topo à esquerda e à esquerda: Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; no meio: Ruslan Dashinsky/iStockphoto; inferior: PhotoAlto/ SuperStock; p. 687 Flirt/SuperStock.

[Ciências da saúde]

ANATOMIA & FISIOLOGIA HUMANA

UMA ABORDAGEM VISUAL

com MyHealthLab

Anatomia e fisiologia humana: uma abordagem visual se destaca por explorar temas que abrangem a anatomia e fisiologia humana de modo prático, por meio de uma organização modular e progressiva do conhecimento. Com recursos visuais minuciosamente detalhados e apresentação clara e objetiva do tema, a obra oferece a consistência de um livro-texto e a riqueza ilustrativa de um atlas.

Com exercícios no final de cada módulo e de cada capítulo – que ajudam a fixar o conteúdo estudado – e acesso ao MyHealthLab – que dispõe de recursos dinâmicos e interativos que potencializam o processo de aprendizagem – este livro atende às necessidades de cursos como: enfermagem, farmácia, biomedicina, fisioterapia, nutrição e educação física.

MyHealthLab

Ao adquirir este livro, você terá acesso ao MyHealthLab, um ambiente virtual de aprendizagem com recursos digitais complementares totalmente em língua portuguesa. O MyHealthLab contém exercícios, imagens 3D, glossário interativo, entre outros recursos, que certamente tornarão o ensino e a aprendizagem da anatomia e fisiologia humana muito mais eficazes.

Este livro também está disponível para compra em formato e-book. Para adquiri-lo, acesse nosso site.

www.pearson.com.br

ISBN 978-85-430-0113-5

9 788543 001135